1934 21 МАРТА — 21 MARS № 9

ДОКЛАДЫ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
17 MAY 1934

COMPTES RENDUS
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

НОВАЯ СЕРИЯ — NOUVELLE SÉRIE

Том I — Volume I

ОГЛАВЛЕНИЕ — SOMMAIRE

	СТР.
Н. Г. Четаев. Одна теорема о неустойчивости	529
А. В. Миткевич. О некоторых условиях, способствующих проявлению магнитной вязкости	531
Д. Д. Иваненко. Два замечания к теории β-распада	537
И. Е. Старик и М. Ю. Дейзенрот-Мысовская. К критике фотографического метода в применении к изучению коллоидного состояния полония	540
М. Романова и А. Ферхмин. О сверхтонкой структуре зеленой линии криптона 5570	546
Ю. А. Крутков. Доказательство теорем статистической механики о соединении и разъединении систем	549
С. Гвоздовер и Ф. Коновалов. О воздействии потоком медленных электронов на плазму, образованную при разряде в парах ртути	553

	PAG.
N. Četajev. Un théorème sur l'instabilité	531
A. Mitkevič (Mitkevitch). On Some Conditions Increaisng the Phenomenon of Magnetic Viscosity	534
D. Iwanenko. Two Remarks on the Theory of β-Radioactivity	538
I. Starik und M. Dejsenrot-Mysovskij. Zur Kritik der Anwendung der photographischen Methode bei Untersuchung des kolloidalen Zustandes von Polonium	548
M. Romanova und A. Ferchmin. Über die Hyperfeinstruktur der grünen Kr-Linie 5570	547
G. Krutkow. Über den Vereinigungs- und Trennungssatz der statistischen Mechanik	551
S. Gvosdover und F. Konovalov. Über die Wirkung eines Stromes langsamer Elektronen auf das Plasma des Quecksilberlichtbogens	555

(См. на обороте)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

(Продолжение)

	СТР.		PAG.
М. П. Воларович и Д. М. Толстой. Исследование влияния температуры и электролитов на пластичные свойства каолина	557	**M. Volarovič et D. Tolstoi.** Étude de l'influence de la température et des électrolytes sur les propriétés plastiques du kaolin	560
М. П. Воларович. Исследование вязкости расплавленных горных пород	561	**M. Volarovič.** Contribution à l'étude de la viscosité de roches fondues	564
К. М. Горбунова и Ц. А. Аджемян. Электрокристаллизация металлов. IV. Электролитические осадки алюминия из расплавленных солей ($AlCl_3$-$NACl$)	564	**K. Gorbunova et Z. Adžemian.** Électrocristallisation des métaux. IV. Structure de l'aluminium déposé dans l'électrolyse de sels en fusion ($AlCl_3$-$NaCl$)	568
В. Н. Николаев и С. А. Глинских. Оксихлорид кальция $3Ca(OH)_2 \cdot CaCl_2 \cdot 11H_2O$	572	**V. Nikolajev and S. Glinskich.** Calcium Oxychloride $3Ca(OH)_2 \cdot CaCl_2 \cdot 11H_2O$	574
В. С. Садиков и Е. В. Линдквист-Рысакова. Отношение диаминокислот белковых гидролизатов к пермутиту	575	**V. Sadikov (Ssadikow) und E. Lindquist-Rysakova.** Verhalten der Diaminosäuren von Eiweisshydrolysaten gegen Permutit	578
Э. Асратян. Влияние одновременной перерезки обоих шейных симпатических нервов на пищевые условные рефлексы у собак	578	**E. Asratian.** The Effect of a Simultaneous Cutting of Both Jugular Sympathetic Nerves upon Food Conditioned Reflexes in Dogs	581
Н. Удольская. Засухоустойчивость сортов яровой пшеницы	583	**N. Udolskaja.** Drought Resistance of Spring Wheat Varieties	586
А. И. Потапов. Новые колориметрические методы определения токсического алюминия в почве	589	**A. Potapov.** Neue Kolorimetrische Verfahren zur Bestimmung von toxischem Aluminium im Boden	591
Д. Костов. Кроссинговер у видовых гибридов *Nicotiana*	593	**D. Kostov.** Crossing over in *Nicotiana* Species Hybrids	596
Хроника	599	Announcement	599

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

Н. Г. ЧЕТАЕВ

ОДНА ТЕОРЕМА О НЕУСТОЙЧИВОСТИ

(*Представлено академиком С. А. Чаплыгиным 7 II 1934*)

Соображения, лежащие в основе прямого метода Ляпунова (Общая задача об устойчивости движений, § 16), позволяют доказать одну общую теорему о неустойчивости. Сохраняя терминологию и обозначения Ляпунова, я могу теорему сформулировать так:

Теорема. *Если дифференциальные уравнения возмущенного движения таковы, что*

1^0 *для некоторой допускающей бесконечно малый высший предел функции* V *существует область, где* $VV'>0$,

2^0 *и если для некоторых значений величин* x_s, *численно насколь угодно малых, в этой области* ($VV'>0$) *возможно выделить область, где некоторая функция* $W>0$, *на границе которой* $W=0$ *значения полной производной по времени* W' *суть одного какого-либо определенного знака,—*

то невозмущенное движение неустойчиво.

Доказательство. Если воспользоваться геометрическими представлениями Пуанкаре (Oeuvres, v. II, p. 3), то эта теорема, как и общие теоремы Ляпунова (Общая задача, § 16),— очевидна.

Аналитическое доказательство теоремы следующее. Пусть в области 1^0 $V>0$. Для ограниченной функции V найдутся положительные постоянные T, A и L такие, что для всех значений переменных x_i, удовлетворяющих условиям $t \geqslant T$ и

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^2 \leqslant A, \qquad [1]$$

будет выполняться неравенство:

$$|V| < L. \qquad [2]$$

Начальные значения ξ_s функций x_s при $t=T$ выберем так, чтобы они удовлетворяли условию [1] со знаком неравенства и следующим неравенствам:

$$V_0>0,\ V_0'>0,\ W_0>0, \qquad [3]$$

где через $V_0\, V_0'\, W_0$ обозначены значения функций $V\, V'\, W$ для $x_s=\xi_s$. Из уравнения

$$V-V_0=\int_T^t V'\,dt \qquad [4]$$

выведем неравенство $V>V_0$ по меньшей мере для всех значений $t>T$, удовлетворяющих требованию, чтобы в промежутке изменения времени от T до t условие [1] и неравенство $V'\geqslant 0$ оставались постоянно выполненными. Для доказательства теоремы достаточно показать, что при соответствующем выборе значений ξ_s ранее неравенства $V'\geqslant 0$ будет нарушено условие [1].

Согласно условию 2° при всяком отличном от нуля, но сколь угодно малом положительном ε величины ξ_s возможно выбрать так, чтобы удовлетворялись условия [3] и условие

$$\sum_{i=1}^{n} \xi_i^2 < \varepsilon,$$

и чтобы при изменении переменных x_s от их начальных значений ξ_s условие $W > 0$ оставалось постоянно выполненным, по крайней мере, когда не нарушалось условие [1]. Согласно условиям теоремы область $W > 0$ лежит внутри области $VV' > 0$; при изменении переменных x_s согласно дифференциальным уравнениям возмущенного движения от указанных начальных значений $x_s = \xi_s$ неравенство $V' > 0$ будет постоянно выполненным, по крайней мере до тех пор, пока не нарушалось условие [1]. Следовательно, при таком выборе ξ_s неравенство $V > V_0$ согласно [4] будет иметь место для всех значений $t > T$, для которых условие [1] в промежутке от T до t было постоянно выполненным.

Для допускающей бесконечно-малый высший предел функции V возможно найти такое положительное число λ, которое будет менее всех значений выражения $\sum_{i=1}^{n} x_i^2$, возможных при неравенстве $V > V_0$. Пусть l — положительное число, меньше всех значений возможных для функций V' при нашем выборе ξ_s и при условии

$$\lambda \leqslant \sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \leqslant A.$$

Из уравнения [4] при этом выведем неравенство

$$V > V_0 + l(t - T), \qquad [5]$$

которому будет удовлетворять функция V для $t > T$, если в промежутке от T до t не нарушается условие [1].

Но при тех же условиях функция V должна удовлетворять неравенству [2]. Последнее может существовать совместно с неравенством [5] только при значениях t, меньших величины

$$\tau = T + \frac{L - V_0}{l}.$$

Если неравенство [5] не должно нарушаться ранее условия [1], то в промежутке от T до t найдется, поэтому, такое значение t, начиная с которого (по крайней мере в течение известного промежутка времени) условие [1] не будет выполняться. Теорема доказана.

Общие теоремы Ляпунова о неустойчивости (Общая задача § 16) и моя теорема (Comptes Rendus за 1930 год) являются частными случаями этой теоремы.

Если рассматриваемая в теореме область $VV' > 0$ ограничена $V = 0$ и при этом $V' \geqslant 0$, то за функцию W теоремы возможно взять V.

Доказанная теорема позволяет легко обобщить известную в проблеме обращения теоремы Лагранжа об устойчивости равновесия теорему Ляпунова (Journal de Mathématiques, 1897, p. 93). Если за V и W взять рассмотренную Ляпуновым функцию, то непосредственно следует, что если

силовая функция U есть форма U_m или если для достаточно малых значений $|x_s|$ положительный знак функции $U = U_m + U_{m+1} + \ldots$ определяется U_m, то равновесие будет неустойчивым, если U принимает для некоторых значений переменных x_s, сколь бы малы они численно ни были, положительные значения.

Поступило
7 II 1934.

MATHÉMATIQUES

UN THÉORÈME SUR L'INSTABILITÉ

Par N. ČETAJEV

(*Presenté par S. Tschaplygin, de l'Académie, le 7. II. 1934*)

Dans cette note je donne une généralisation des théorèmes de Liapounoff sur l'instabilité du mouvement et sur la réciproque du théorème de Lagrange.

Manuscrit reçu
le 7. II. 1934.

ФИЗИКА

А. В. МИТКЕВИЧ

О НЕКОТОРЫХ УСЛОВИЯХ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ПРОЯВЛЕНИЮ МАГНИТНОЙ ВЯЗКОСТИ

(*Представлено академиком В. Ф. Миткевичем 2 III 1934*)

1. Магнитная вязкость, по своей природе, тесно связана с физической стороной процесса изменения магнитного состояния вещества, и потому изучение ее должно способствовать более полному пониманию магнитных явлений вообще. Однако, наблюдение магнитной вязкости сопряжено со столь большими трудностями, что до последнего времени возникали даже сомнения в самом существовании этого явления, открытого Юингом в слабых полях [1, 2, 3]. Вместе с тем, остаются не вполне выясненными и основные характеристики магнитной вязкости. В своих предыдущих статьях [4, 5] я описала разработанный мною косвенный метод наблюдения магнитной вязкости, позволивший мне решить в положительном смысле принципиальный вопрос о существовании этого явления, а также дающий возможность обнаружить и обследовать его даже в сильных магнитных полях (я доходила до 100 эрстедов).

2. По моему мнению, магнитную вязкость вещества следует определять как его свойство претерпевать большие или меньшие изменения магнитного состояния в зависимости от промежутка времени, в течение которого это вещество находится при установившемся режиме внешних магнитных воздействий и при прочих равных условиях.

Магнитная вязкость зависит, конечно, главным образом, от состава и структуры материала, от характера термической обработки и температуры его. Кроме того, предыдущая магнитная история материала также должна иметь большое значение. Действительно, явление магнитной вязкости обусловливается тем, что после изменения магнитных воздействий конфигурации элементарных магнитиков приходят к окончательным груп-

пировкам во времени, а не мгновенно. При этом, перестройка конфигураций во времени, конечно, должна зависеть от условий, в которых протекало предварительное изменение магнитной силы. Некоторые общие указания на то, что характер изменения магнитной силы влияет на эффект магнитной вязкости, встречаются еще у Юинга ([2,3]), но до сих пор обычно на это обстоятельство не обращают никакого внимания и оно совершенно не обследовано и не разъяснено.

Мне кажется весьма вероятным, что если на время изменения магнитной силы будут созданы условия, облегчающие перегруппировки конфигураций элементарных магнитиков, то более или менее быстрое изменение магнитной индукции, непосредственно следующее за изменением магнитной силы, будет соответственно больше, т. е. будет сразу достигнуто большее приближение к окончательным для данного случая группировкам, чем если бы указанные условия не имели места. Обратно, при отсутствии этих особых условий, надо ожидать, что первоначальное быстрое изменение магнитной индукции будет меньше и в дальнейшем проявится усиленная тенденция к постепенному достижению окончательной группировки элементарных магнитиков, в связи с чем более заметно обнаружится и последующее изменение магнитной индукции во времени.

Следовательно, магнитная вязкость вообще должна проявляться более интенсивно тогда, когда имеет место меньшее приближение к окончательным для данного случая группировкам элементарных магнитиков.

3. В настоящей работе рассматривается влияние некоторых простейших методов изменения магнитной силы на последующие проявления магнитной вязкости. Так как для наблюдения магнитной вязкости необходимо поддерживать безукоризненное постоянство магнитной силы, то эффект магнитной вязкости может быть наиболее просто наблюдаем в случае $H=0$, после выключения намагничивающего тока, который обусловливал некоторую начальную магнитную силу H_m. Однако, как я уже раньше отмечала ([5]), непосредственное размыкание цепи намагничивающего тока неблагоприятно влияет на последующие проявления магнитной вязкости. Благодаря введению несколько более плавного, хотя и быстрого, спадания магнитной силы, описываемым ниже способом, мне удалось, наконец, создать условия, при которых в сердечнике из тонкой железной проволоки магнитная вязкость могла быть наблюдаема еще через 30 минут после изменения магнитной силы. Как известно, Юинг наблюдал в сравнительно толстых образцах проявления магнитной вязкости в течение промежутков времени, доходивших до 10 минут, однако в тонких проволоках эффект магнитной вязкости уменьшался в опытах Юинга до величин, неподдававшихся измерению ([2]).

В моих опытах обследованию подвергался один из описанных в предыдущих работах ([4,5]) торов из малоуглеродистого уральского железа, изготовленного на древесном угле. Для того, чтобы задерживающее влияние токов Фуко ([5]) практически уже прекращалось до истечения достаточно малых промежутков времени (порядка тысячных долей секунды), исследуемый тор был выполнен из железной проволоки диаметром в 0.1 мм, покрытой слоем шеллака. На тор были навиты две обмотки, измерительная и намагничивающая. Измерительная обмотка присоединялась к гальванометру типа флюксметра, через определенные промежутки времени после сведения намагничивающего тока до нуля. В приведенной ниже таблице даны максимальные отклонения этого гальванометра для различных промежутков времени между выключением намагничивающего тока и включением гальванометра.

Намагничивающая обмотка с последовательно включенным рубильником A была замкнута на реостат. К тем же зажимам реостата, параллельно с цепью намагничивающей обмотки, была присоединена аккумуляторная батарея через рубильник D. Намагничивающий ток мог быть сведен к нулю двумя способами: при помощи рубильника A, размыкавшего цепь намагничивающей обмотки, или при помощи рубильника D, размыкавшего цепь аккумуляторной батареи. При размыкании рубильника A, намагничивающий ток спадал до нуля сравнительно быстро и, повидимому, в связи с образованием искры изменялся не плавно, а в условиях некоторого высокочастотного колебательного режима, что должно было способствовать быстрому приближению к окончательным группировкам элементарных магнитиков, подобно механическим сотрясениям. В случае же размыкания рубильника D, намагничивающая обмотка оставалась замкнутой на реостат, благодаря чему, намагничивающий ток спадал более плавно и, конечно, при несравнимо менее резко выраженном колебательном режиме. В виду того, однако, что при размыкании рубильника D, цепь намагничивающей обмотки остается замкнутой и это может, хотя и незначительно, сказываться на дальнейшем протекании магнитных процессов в торе, для большей определенности было введено последующее размыкание рубильника A через одну секунду после размыкания рубильника D. При этом отсчет времени во всех случаях производился с момента размыкания рубильника A. Таким образом, в случае более плавного спадания намагничивающего тока, при размыкании рубильника D, имели место более неблагоприятные условия в смысле отсчета времени, так как намагничивающий ток практически спадал до нуля в течение весьма малой доли секунды, а отсчет времени начинался только через секунду после размыкания рубильника D, т. е. с момента размыкания рубильника A.

4. Мною было произведено сравнение эффекта магнитной вязкости при $H=0$ для двух вышеописанных способов перехода от некоторого H_m к $H=0$. Условия для намагничения в обоих случаях были тождественны. Как и можно было ожидать, я обнаружила, что явление магнитной вязкости при $H=0$ весьма сильно зависит от способа сведения намагничивающего тока к нулю. В нижеследующей таблице приведена в виде примера одна из серий результатов, полученных для случаев: резкого (A) и плавного (D) переходов к $H=0$.

Время между выключением намагничивающего тока и включением гальванометра	Эффект магнитной вязкости (в гауссах) при переходе к $H=0$			
	От $H_m=5$ эрстедам		От $H_m=80$ эрстедам	
	A	D	A	D
0 мин. 1 сек.	0.05	1.40	0.14	2.80
0 „ 10 „	0.02	0.75	0.09	1.70
1 „		0.25	0.03	0.75
5 „		0.06		0.25
10 „		0.02		0.14
20 „				0.06
30 „				0.03

5. На основании всего вышеизложенного, можно придти к заключению, что:

а) Магнитная вязкость проявляется более интенсивно тогда, когда имеет место меньшее приближение к окончательным для данного случая группировкам элементарных магнитиков.

б) Поэтому условия, неблагоприятные для интенсивных перегруппировок элементарных магнитиков во время изменения магнитной силы, усиливают эффект магнитной вязкости в дальнейшем.

в) Магнитная вязкость может проявляться в железных сердечниках из тонкой проволоки даже через 30 минут после изменения магнитной силы.

г) При изучении магнитной вязкости безусловно необходимо принимать во внимание условия предыдущей магнитной истории образца и характер тех изменений магнитной силы, после которых наблюдается эффект магнитной вязкости.

Научно-исследовательский сектор
Ленинградского электромеханического института.
Лаборатория акад. В. Ф. Миткевича.

Поступило
27 II 1934.

PHYSICS

ON SOME CONDITIONS INCREASING THE PHENOMENON OF MAGNETIC VISCOSITY

By A. MITKEVIČ (MITKEVITCH)

(*Communicated by V. Ph. Mitkevitch, Member of the Academy, 2. III. 1934*)

1. Magnetic viscosity of substance, by its very nature, is closely connected with the process of the change of magnetic state, and therefore the study of magnetic viscosity may throw light on many features of the magnetic phenomena in metals. However, the observation of magnetic viscosity involves such difficulties, that up to the present time there are even some doubts as to the existence of this phenomenon discovered by Ewing in weak fields ([1, 2, 3]). Moreover, the properties of magnetic viscosity remain rather obscure. In my previous articles ([4, 5]) I described the new indirect method for the investigation of magnetic viscosity. This method allowed me to decide in the affirmative the principal question concerning the existence of magnetic viscosity, and likewise afforded the possibility of detecting and investigating it even in strong magnetic fields (I worked up to about 100 oersteds).

2. I think that magnetic viscosity of substance must be defined as its property to undergo more or less change of magnetic state, according to the length of time during which this substance remains in some established régime of external magnetic field, other conditions being constant.

Magnetic viscosity depends of course chiefly on chemical composition, structure, heat treatment, and temperature of material. Besides all this, the previous magnetic history likewise must have great influence. In fact, the phenomenon of magnetic viscosity can be explained by a certain rearrangement of the combinations of elementary magnets to the final configurations, not almost instantaneous but taking time, and it is clear, that the rearrangement of elementary magnets certainly must depend on the conditions in

which the previous change of magnetic force has taken place. In this respect some general suggestions occur in Ewing's papers ([2,3]), but up to the present time no attention has been paid to this fact and it has not been at all investigated.

I consider it quite natural that if during the change of magnetic force there exist some conditions facilitating the rearrangement of elementary magnets, then the more or less instantaneous change of magnetic induction that follows immediately the change of magnetic force will accordingly be greater, i. e. there will be instantly reached an accordingly greater approach to the final configurations than if such conditions have not existed. On the other hand, in the absence of these special conditions, we must expect that the first instantaneous change of magnetic induction will be less, and after that we shall have a greater tendency to the gradual reaching of the final configurations of elementary magnets. Hence, the subsequent change of magnetic induction will appear more perceptible.

Thus, in general, magnetic viscosity must become substantially more marked when there is less approach to the final configurations of elementary magnets.

3. The present investigation was undertaken for the purpose of studying the influence of some simple methods which can be employed for the change of magnetic force, before the observation of magnetic viscosity. Inasmuch as during the investigations of this kind a rather high constancy of magnetic force must be maintained, magnetic viscosity can be most easily observed in the case of $H=0$, after the breaking of the magnetizing current that excited some magnetic force H_m. However, as I have remarked before ([5]), a rough breaking of the circuit of magnetizing coil has an unfavourable influence on the subsequent change of the magnetic induction due to magnetic viscosity. By means of a somewhat gradual, but nevertheless rapid reducing of the magnetizing current to zero, I have reached at last the conditions which allowed me to observe magnetic viscosity in the ring of thin iron wire, even during 30 minutes after the change of magnetic force. As it is known, in thick iron wires Ewing could observe the phenomenon of magnetic viscosity up to 10 minutes, but in thin iron wires magnetic viscosity in Ewing's experiments in the interval of a few seconds became almost insensible.

I examined one of the previously described rings of soft annealed Ural iron, made on charcoal ([4,5]). In order that the influence of eddy currents might be practically extinguished quickly enough (in about one thousandth part of a second), the examined ring was made of shellac coated iron wire of 0.1 mm diameter. Search coil and magnetizing coil were wound on to this iron ring. The search coil could be connected to the galvanometer (fluxmeter type) after definite intervals of time which were reckoned from the instant of the breaking of the circuit of magnetizing coil. In the following table are given maximum deflections of this galvanometer that were observed with different intervals of time between the breaking of the circuit of magnetizing coil and the connection of the search coil to the galvanometer.

The magnetizing coil was connected to some resistance through switch A. The battery was connected through switch D to the same points of this resistance in parallel with the magnetizing coil. The magnetising current could be reduced to zero by two methods: by the opening of switch A (i. e. the breaking of the circuit of magnetizing coil) or by the opening of switch D (i. e. the breaking of the battery circuit). On the opening

of switch A the magnetizing current was reduced to zero rather suddenly, and it appears that because of the existence of a spark the current changed not gradually, but in the conditions of some high frequency oscillatory discharge that must have favoured rapid approach to the final configurations of elementary magnets, as might be caused by mechanical vibrations. But in the case of the opening of switch D, the magnetizing coil remained closed through the above-mentioned resistance. Then the magnetizing current decreased much more gradually and of course in the conditions of a practically imperceptible oscillatory discharge. For, to remove the slightest effect of the closed circut of magnetizing coil on the phenomenon of magnetic viscosity (in the case of the opening of switch D), the subsequent opening of switch A was added after one second from the instant of the opening of switch D, and the reckoning of the intervals of time began, in all cases from the instant of the opening of switch A, i. e. from the breaking of the circuit of magnetizing coil. As it may be seen, the amount of magnetic viscosity in the latter case (D) was about twenty times greater than if this previous opening of switch D had not taken place. In the following table is given one of the series of results obtained for the cases of sudden (A) and somewhat gradual (D) reducing of the magnetizing current to zero.

The intervals of time between the breaking of the circuit of magnetizing coil and the connection of the search coil to the galvanometer	The amount of magnetic viscosity (gausses) after the reducing of magnetic force to zero from:			
	$H_m = 5$ oersteds		$H_m = 80$ oersteds	
	A	D	A	D
0 min. 1 sec.	0.05	1.40	0.14	2.80
0 „ 10 „	0.02	0.75	0.09	1.70
1 „	—	0.25	0.03	0.75
5 „	—	0.05	—	0.25
10 „	—	0.02	—	0.14
20 „	—	—	—	0.06
30 „	—	—	—	0.03

4. In conclusion, taking into account all that has been mentionpe above, we can stats that:

a) Magnetic viscosity must become substantially more marked when there is less approach to the final configurations of elementary magnets.

b) Therefore, the conditions unfavourable for the intensified rearrangement of elementary magnets during the time of the change of magnetic force increase the subsequent manifestation of magnetic viscosity.

c) Magnetic viscosity can exhibit itself in thin iron wire (0.1 mm diameter) even during 30 minutes after the change of magnetic force.

d) When studying magnetic viscosity it is quite indispensable to take into consideration the previous magnetic history of the metal.

Research Department of the Leningrad Electromechanical Institute.
Laboratory of V. Ph. Mitkevitch, Member of the Academy.

Received 27. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Ewing. Phil. Trans. Roy. Soc., 1885, p. 569. [2] Ewing. Proc. Roy. Soc., 1889, p. 269. [3] Ewing. Magnetic Induction in Iron and other Metals. p. 124. [4] А. В. Миткевич. Электричество, 1933, № 10, стр. 29. A. Mitkevič (Mitkevitch). Electritchestvo, 1933, № 10, p. 29. [5] А. В. Миткевич. Сборник Ленингр. электромеханического института (ЛЭМИ), 1934, № 2 (IV), стр. 14. A. Mitkevič (Mitkevitch). Trans. of the Leningrad Electromechanical Institute (LEMI), 1934, № 2 (IV), p. 14.

ФИЗИКА

Д. Д. ИВАНЕНКО

ДВА ЗАМЕЧАНИЯ К ТЕОРИИ β-РАСПАДА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 5 III 1934)

1. Теорию β-распада можно расчленить на две части: во-первых, качественное описание картины распада и вывод связи между верхней границей β-спектра и постоянной распада и, во-вторых, нахождение вида кривой β-спектра вместе с вопросом о видимом несохранении энергии и спина. Этой второй проблемы мы сейчас касаться не будем. Что касается первой задачи, то после работы Мотта-Эллиса ([1]) нельзя сомневаться, что верхняя граница β-спектра соответствует разности масс соседних элементов, связанных β-распадом. После тщательного анализа экспериментального материала Сарджент ([2]) нашел между постоянной распада λ и максимальной энергией соотношение аналогичное формуле Гейгера-Нуттола, именно линейную зависимость между логарифмом энергии и логарифмом λ. В то время, однако, как три прямые формулы Гейгера-Нуттола соответствовали трем радиоактивным семействам, β-излучатели располагаются на двух прямых Сарджента довольно причудливым образом. На одной прямой лежат RaC, ThC, RaE и $MsTh_2$, на другой — UX_1, UX_2, ThB, RaB, AcC″, ThC″; AcB выпадает из кривых.

Мы хотим указать здесь, что некоторую расшифровку правило Сарджента получает в недавней работе Ферми ([3]). Ферми находит зависимость для обратной постоянной распада τ от максимального импульса η, выраженного в долях mc. Эта зависимость от η характеризуется весьма быстро возрастающей функцией $F(\eta)$. Ферми находит, что значения произведения τF для 11 β-излучателей резко делятся на два класса: они по порядку равны или единице (например, для RaB), или ≈ 100 (например, для RaC). Последние Ферми сопоставляет квадрупольным переходам. Оказывается, что „квадруполи" Ферми точно соответствуют одной из двух прямых Сарджента, „диполи" же — другой. Так как при больших энергиях отношение энергии E max к cm^2 примерно равно η, то $F(\eta) \approx F(E \max)$. Отметим, что все квадруполи Ферми-Сарджента являются элементами с нечетным атомным номером, т. е. имеют один свободный протон, и с нечетным атомным весом, т. е. имеют один непарный нейтрон вне альфа-частиц. На дипольной же прямой имеются элементы разной четности. С этой точки зрения $^{208}_{81}$ThC″ должен был лежать на квадрупольной кривой. Действительно, если мы примем по гипотезе Эллиса-Мотта ([1]) максимальную энергию в $5 \cdot 10^6$ электрон-вольт, а не в $1.8 \cdot 10^6$, то ThC″ попадет на квадрупольную кривую; того же следует ожи-

дать тогда и для RaC''. В настоящем же виде закономерность Сарджента противоречит предположению Эллиса-Мотта, если сохранять на кривых Сарджента некоторую гомологичность. Как и следовало ожидать, β-излучатели K и Rb выпадают из обоих рядов. Их значения τF указывают на моменты еще более высокого порядка. Несомненно, что для позитронного распада будет возможно установить аналогичное соотношение между λ и E max. Значения этих величин для радио-силиция и радио-азота, полученные Кюри-Жолио ([4]), примерно соответствуют ожидаемым значениям. Отметим, что спорный изотоп He_2^3 должен быть вероятно позитронно радиоактивным, если он вообще существует.

2. Так как сейчас трудно сомневаться в отсутствии электронов в ядре как готовых частиц, то β-распад необходимо трактовать по аналогии с испусканием фотона, также не существовавшего до излучения ([5]). Ферми идет по этому пути, принимая, однако, специально, что нейтрон, переходя в протон испускает электрон и нейтрино. Последние эксперименты Кюри-Жолио ([4]) обнаружили случай чисто позитронного распада. Отметим, что в этих опытах позитронно распадаются как раз элементы, у которых протонов больше, чем нейтронов. В этих случаях излишний протон превращается в нейтрон, испуская позитрон, так как все обычные элементы не могут иметь избытка протонов. Очевидно эти факты говорят в пользу более симметричной трактовки обоих сортов тяжелых частиц ([5]). Поэтому, более естественным представляется рассматривать согласно старому предложению β-распад и $\varepsilon +$-распад как результат рождения пары: электрона и позитрона, за счет энергии перехода ядра в другое состояние с последующим поглощением одной из родившихся частиц и вылетом другой (своеобразный Ожс-эффект). При этом, возможно, всегда имеется вероятность альтернативного процесса, т. е. вылета позитрона вместо электрона, или вылета пары, хотя вероятности могут быть весьма различны. Возможно, что подобный вылет позитрона вместо или наряду с электроном мы имеем в недавних опытах Скобельцына, наблюдавшего испускание позитронов радиоактивными телами. Таким образом, (гейзенберговское обменное) взаимодействие протонов и нейтронов должно свестись к взаимодействию через пары: электрон и позитрон. Или иначе говоря: протоны и нейтроны взаимодействуют посредством поля, квантование которого дает пары, так же как обычно электроны взаимодействуют посредством электромагнитного поля, после квантования которого мы получаем фотоны.*

Физико-технический институт. Ленинград.

Поступило 5 III 1934.

PHYSICS

TWO REMARKS ON THE THEORY OF β-RADIOACTIVITY

By D. IWANENKO

(*Communicated by S. Wawilow, Member of the Academy, 5. III. 1934*)

1. The division of β-bodies into two classes, introduced by Sargent ([2]) must play a fundamental rôle in the theory of β-disintegration, especially

* Последней формулировкой я обязан дискуссии с Я. И. Френкелем и В. А. Амбарцумяном.

after the work of Ellis and Mott [1], who proved the primary importance of the maximum energy which is just connected by Sargent with the logarithm of decay constant. Fermi [3] has recently obtained the dependence of the decay constant upon the maximal impulse η of the β-electron in the form of a powerfull function $F(\eta)$ and has found that the values of the product of τ (inverse decay constant) by F fall clearly into two classes: they are either equal to 1, say, or to 100 (only the order of magnitude is indicated). We may point out that the four β-bodies with great τF which correspond to quadripole transitions of Fermi coincide with the RaE, ThC, RaC, $MsTh_2$; the others fill the second of Sargent's curves. The K and Rb do not lie, of course, on Sargent's curves and should correspond to the transitions of higher order in the sense of Fermi. One may ask whether new positron radioactivity discovered by Curie-Joliot [4] obeys the same law. The values for radio-elements correspond roughly to the expected values, attention being paid to the correction of charge.

We may remark that all the elements of the quadripole series have an odd number of protons and an odd number of neutrons. ThC″ has some chances to pass from dipoles to quadripoles, because it was suggested that its maximum energy is not $1.8 \cdot 10^6$ eV, but $5 \cdot 10^6$ eV; it is also an odd-numbered element. If the two classes must retain some features of homology, then we must reconsider the characteristic constants of AcC″, which lies on the first curve, or reject the Ellis-Mott suggestion on the ThC″.

2. It is suggested that the theory of disintegration must treat the electrons and positrons more symmetrically, as the positron emission seems to possess the same features as the β-expulsion. Fermi's picture does not include positrons at all. We must bring the expulsion of light particles in connection with the birth [5] of pairs from the reservoir of unborn particles, at the expense of the energy of some transition of heavy particles. It may be then that electron or positron expulsions are alternative processes, with the appropriate probabilities. This spontaneous positron disintegration should be hardly distinguished from the positron expulsion caused by β-rays 'internal conversion'. A point of interest is to find the field of force between two kinds of heavy particles, the pairs being the result of quantization of this field, in the same sense as photons arise from the quantization of the electromagnetic field.

Physico-Technical Leningrad.
Institute.

Received
5. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1 N. F. Mott and C. D. Ellis. Proc. Roy. Soc. (A), **139**, 369, 1933. 2 B. W. Sargent. Proc. Roy. Soc. (A), **139**, 659, 1933. 3 E. Fermi. La ricerca scientifica, Decembre, 1933. 4 I. Curie et F. Joiolt. C. R., **198**, 254, 1934. 5 Д Иваненко. ДАН, 1933, — нов. сер., № 2. D. Iwanenko. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, 1933, nouv. ser., № 2.

ФИЗИКА

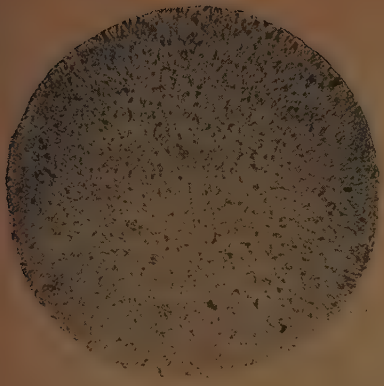
И. Е. СТАРИК и М. Ю. ДЕЙЗЕНРОТ-МЫСОВСКАЯ

К КРИТИКЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА В ПРИМЕНЕНИИ К ИЗУЧЕНИЮ КОЛЛОИДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛОНИЯ

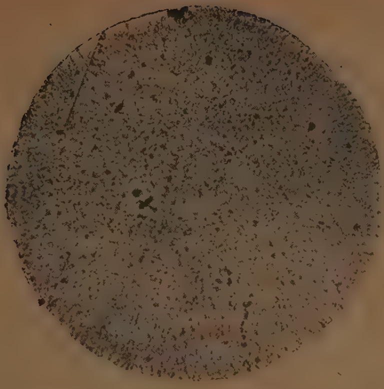
(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 11 I 1934*)

В появившихся в последнее время работах по изучению коллоидного состояния радиоэлементов особое внимание заслужил фотографический метод [1—8], впервые примененный К. Шамье [1,2]. Сущность метода заключается в фотографировании капли раствора, содержащей радиоэлемент, причем предварительно на фотографическую пластинку накладывается либо слой вазелина, либо чрезвычайно малой толщины пластинка из слюды; авторы пользуются преимущественно слюдой. Полученные фотографии для кислой и щелочной сред показывают разную картину в отношении образования групп. В кислой среде обычно отсутствуют группы, а в щелочной их легко обнаружить. Работавшие с этим методом авторы полагают, что, применяя фотографический метод, мы можем говорить о состоянии радиоэлементов в растворе. В щелочной среде на фотографиях образуются группы, что означает аггрегированное состояние радиоэлементов в растворе; в кислой среде отсутствие групп указывает на их ионное состояние. Вопрос об истинности коллоидного состояния радиоэлементов решается опытами Г. Герсцфинкеля и Г. Еджейовского [3,4]. Отсутствие групп в случае раствора полония в особо очищенной воде указывает на адсорбционные явления при их образовании, и, таким образом, вопрос о коллоидном состоянии радиоэлементов решается в пользу „адсорбционной теории". Но все полученные фотографии могут приобрести совершенно иной смысл, если принять во внимание происходящую адсорбцию радиоэлементов слюдой и вазелином. Тогда, если принять, что преимущественно фотографируются частицы, адсорбированные слюдой, то равномерное и неравномерное распределение следов α-частиц на фотографиях является отображением адсорбции радиоэлементов слюдой и будет зависеть от адсорбционных свойств ее поверхности. Как один из нас показал [10,11], адсорбция полония слюдой происходит значительная, и аналогично случаю с пергаментом в нейтральной и щелочной среде наблюдается минимум адсорбции. Опыты с другими радиоэлементами и вазелином в качестве адсорбента показали также наличие адсорбции. Поэтому естественно предположить, что полученные фотографии говорят лишь о характере адсорбции радиоэлементов слюдой или вазелином, а не об их состоянии в растворе.

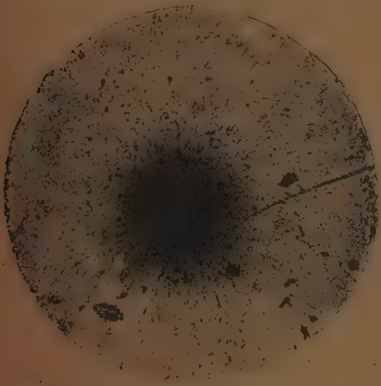
Для решения вопроса о правильности такого представления мы произвели фотографирование, как оно обычно производится другими авторами (в дальнейшем обозначается „с каплей") и по удалению раствора со слюды „без капли". Таким образом, мы получали возможность экспериментально решить вопрос о роли адсорбированного радиоэлемента при фотографировании. Нужно отметить, что методика фотографирования повидимому ни одним из авторов детально не изучалась, так как указаний в работах по этому вопросу не имеется. Вместе с тем, как показал опыт, весьма существенными в данном случае являются целый ряд обстоятельств: время экспозиции, активность раствора и другие условия, в зависимости от которых совершенно меняется характер получаемых фото-



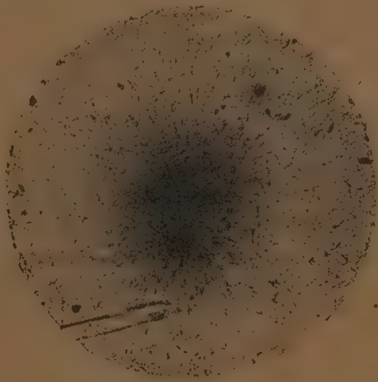
Фиг. 1. Щелочный раствор радия „с каплей“.
Abb. 1. Alkalische Radiumlösung „mit Tropfen“.



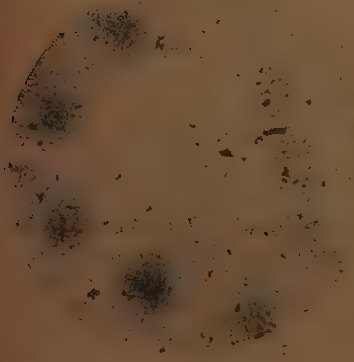
Фиг. 1a. Щелочный раствор радия „без капли“.
Abb. 1a. Alkalische Radiumlösung „ohne Tropfen“.



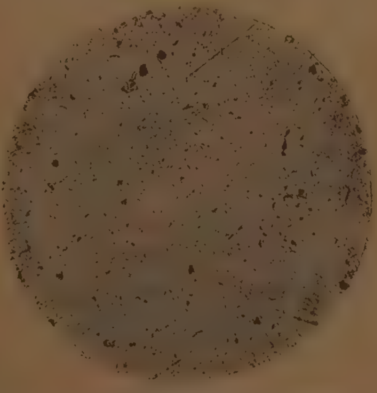
Фиг. 2. Нейтральный раствор радия „с каплей“.
Abb. 2. Radiumlösung „mit Tropfen“.



Фиг. 2a. Нейтральный раствор радия „без капли“.
Abb. 2a. Radiumlösung „ohne Tropfen“.



Фиг. 3. Слабо-кислый раствор полония.
Abb. 3. Schwach-saure Poloniumlösung.



Фиг. 4. Щелочный раствор полония.
Abb. 4. Alkalische Poloniumlösung.

графий. Далее представляло особый интерес произвести микрофотографирование с целью определения размеров наблюдаемых аггрегатов, что также играет весьма существенную роль при решении правильности того или иного представления.

Опыты были произведены с растворами полония (нейтральным и щелочным) и радия (нейтральным и слабо-кислым — pH 5.5). Раствор помещался на слюду, приготовлявшуюся так же, как другими авторами. Выше мы приводим лишь отдельные, самые характерные, полученные нами, фотографии. На фиг. 1, 1а, 2, 2а, 3 и 4 представлены фотографии „с каплей" и „без капли" растворов радия и полония, при сравнении которых мы видим довольно полную их тождественность, что несомненно указывает на то, что при фотографировании преимущественно имеем дело с адсорбированными слюдой, а не находящимися в растворе частицами. Получение групп с нейтральным раствором радия (2 и 2а) и кислым раствором полония (фиг. 3) может быть объяснено лишь при предположении, что фотографируются адсорбированные частицы, так как полоний и радий при данных условиях находятся в ионном состоянии, и вследствие этого должно было наблюдаться диффузное действие радиоэлемента на пластинку. Фиг. 4 является фотографией щелочного раствора полония и дает довольно сходную картину с фиг. 2 и 2а, где мы имеем фотографии раствора радия.

Особый интерес представляют фиг. 1 и 1а, на которых даны микрофотографии (увеличение в 95 раз) одной из образовавшихся групп („с каплей" и „без капли"). На фотографиях ясно видно, что мы имеем дело с аггрегатом очень больших размеров. Приблизительный подсчет следов α-частиц дает число порядка 10^3, и потому мы должны были бы обнаружить эти частицы в ультрамикроскопе. Вместе с тем Ф. Панет (9) получил отрицательный результат при ультрамикроскопировании и нашел этому факту объяснение в незначительности аггрегатов, которые по данным скорости диффузии должны состоять из 3—8 атомов. Если же принять во внимание сравнительно небольшую скорость распада RaF, то предполагаемые другими авторами аггрегаты полония в растворе и являющиеся источником излучения приобретают уже размеры порядка 10^7 атомов, и тем более становится непонятным необнаружение их в ультрамикроскопе. Теоретическое рассмотрение возможности получения значительных групп при фотографировании раствора также показывает очень малую вероятность этого. Прежде всего следует учесть броуновское движение частиц, благодаря которому трудно представить, чтобы большее количество следов α-частиц, образуемых аггрегатом, находящимся в растворе, могло бы исходить из одной точки. Кроме того, аггрегат, находясь в движении, должен попадать в различные условия в отношении толщины поглощающего слоя жидкости для α-частиц. И, наконец, следует отметить, что для полного поглощения α-частиц требуется очень небольшой слой жидкости, значительно меньший, чем толщина капли. Следовательно, при микрофотографировании могут участвовать лишь аггрегаты, находящиеся вблизи поверхности.

Таким образом, полученные нами данные говорят за то, что при фотографировании приобретают особое значение частицы радиоэлементов, адсорбированные на слюде. При этом наши опыты показали, что характер полученных фотографий легко может меняться в зависимости от условий. Сомнение по поводу фотографического метода было ранее высказано К. Шамье и М. Гильо (7) после полученных аггрегатов в кислой среде и несовпадении данных, полученных фотографическим методом и центро-

фугированием. Вследствие этого, фотографический метод не может дать решения вопроса о коллоидном состоянии радиоэлементов. Все фотографии, полученные другими авторами, можно объяснить с нашей точки зрения.

В виду всего вышеизложенного нам представляется, что фотографический метод может приобрести совершенно иное значение. Возможно, что этот метод представит большой интерес в отношении изучения характера адсорбции. В произведенных нами опытах легко было заметить неравномерность адсорбции. Дальнейшее изучение в этом направлении производится.

В заключение считаем своим долгом выразить благодарность проф. Л. В. Мысовскому за предоставление возможности провести данную работу в Физическом отделе Государственного радиевого института, внимательное отношение и содействие в работе.

Государственний радиевый институт.
Ленинград.

Поступило
11. I. 1934.

PHYSIK

ZUR KRITIK DER ANWENDUNG DER PHOTOGRAPHISCHEN METHODE BEI UNTERSUCHUNG DES KOLLOIDALEN ZUSTANDES VON POLONIUM

Von I. STARIK und M. DEJSENROT-MYSOVSKIJ

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 11. I. 1934*)

In den letzthin erschienenen Arbeiten zur Erforschung des kolloidalen Zustandes von radiaktiven Elementen wird besonders viel Aufmerksamkeit der photographischen Methode zugewandt [1—8], welche zum erstenmal von C. Chamié [1,2] in Anwendung gebracht wurde. Das Wesen dieser Methode besteht in der photographischen Aufnahme eines Tropfens Flüssigkeit, welche ein radioaktives Element in Lösung enthält. Dabei wird die photographische Platte im voraus entweder mit einer feinen Schicht Vaselin oder mit einem äusserst dünnen Glimmerplättchen überdeckt; vorwiegend wird von den Verfassern der Glimmer benutzt. Die erhaltenen Aufnahmen ergeben ein ganz verschiedenes Bild hinsichtlich der Gruppenbildung je nach der sauren oder alkalischen Beschaffenheit des lösenden Mediums. In saurer Lösung pflegen keine Gruppen vorhanden zu sein, in alkalischer dagegen sind solche leicht anzutreffen. Die Verfasser, welche mit diesem photographischen Verfahren arbeiteten, sind der Ansicht, dass hierbei von einem Zustande der radioaktiven Elemente in Lösung die Rede sein kann. Bei Benutzung von alkalischen Medien sind Gruppen zu beobachten, was einen aggregierten Zustand der Radioelemente in Lösung bedeutet. Demgegenüber zeugt die Abwesenheit besagter Gruppen im Falle von sauren Medien von einem ionisierten Zustande der betreffenden Radioelemente.

Die Frage nach dem tatsächlichen Vorhandensein eines kolloidalen Zustands der Radioelemente wird in den Versuchen von H. Herszfinkel und H. Jedrzejowsky entschieden [3,4]. Das Fehlen von Gruppen im Falle einer Lösung von Polonium in besonders reinem Wasser spricht für die Beteiligung von Adsorptionserscheinungen an deren Bildung und auf dieser Grundlage wird die Frage vom kolloidalen Zustande der Radioelemente zugunsten der „Adsorptionstheorie“ entschieden.

Alle erhaltenen Photographien können aber in ganz anderem Sinne gedeutet werden, wenn man die hier stattfindende Adsorption der Radioelemente an Glimmer und Vaselin in Betracht zieht. Wenn man dabei annimmt, dass vorzugsweise die am Glimmer adsorbierten Teilchen zur Aufnahme gelangen, so darf man gleichmässige und ungleichmässige Verteilung von Spuren der α-Teilchen auf den Photographien als eine Abbildung der Adsorption der Radioelemente am Glimmer betrachten, welche von den adsorbierenden Eigenschaften seiner Oberfläche abhängt. Wie einer von uns gezeigt hat [10, 11], ist die Adsorption von Polonium an Glimmer erheblich und wird analog dem Falle mit Pergament in neutralem oder alkalischen Medium ein Mindestwert der Adsorptionswirkung beobachtet. Versuche mit anderen Radioelemente und mit Vaselin als Adsorbenten haben ebenfalls Vorhandensein von Adsorption erwiesen. Es ist daher natürlich anzunehmen, dass die erhaltenen Aufnahmen blos vom Charakter der Adsorption der Radioelemente an Glimmer oder Vaselin zeugen, nicht aber von deren Zustand in der Lösung.

Um die Berechtigung einer solchen Auffassung nachzuprüfen, führten wir das Photographieren in der bei anderen Autoren üblichen Weise „mit dem Tropfen“ aus und weiterhin, nach Entfernen der Lösung vom Glimmer, ohne Tropfen. So waren wir dann in der Lage, die Frage von der Rolle des Radioelemente beim Photographieren auf experimentellem Wege zu lösen. Es ist zu bemerken, dass die Methodik der photographischen Aufnahme in den gegebenen Verhältnissen offenbar von keinem von den Autoren eingehend untersucht worden ist, da die betreffenden Arbeiten keinerlei Hinweise darauf enthalten. Unsere Erfahrung hat ergeben, dass eine ganze Reihe von Umständen hier von massgebender Bedeutung sind, als: Expositionsdauer, Aktivität der Lösung und andere Bedingungen, unter deren Einwirkung der Charakter der Aufnahmen die weitestgehenden Veränderungen erfahren kann. Ferner war es von hervorragendem Interesse, Photographien herzustellen zur Bestimmung der Grössenverhältnisse der betreffenden Aggregate, welche von durchaus wesentlicher Bedeutung sind, wenn es gilt, über das Zutreffen der oder jener Auffassung zu entscheiden.

Die Versuche wurden mit Lösungen von Polonium (neutralen und alkalischen) und von Radium (neutralen und schwach-sauren—pH 5.5) angestellt. Die Versuchssubstanz wurde auf Glimmer gebracht, welcher genau wie bei den anderen Autoren präpariert war. Oben (S. 541) werden einzelne, besonders charakteristische Aufnahmen angeführt. Auf Abb. 1, 1a, 2, 2a, 3 und 4 sind Aufnahmen „mit Tropfen“ und „ohne Tropfen“ von Radium- und Poloniumlösungen wiedergegeben, deren Zusammenstellung eine ziemlich genaue Koïnzidenz ergibt, was entschieden darauf schliessen lässt, dass wir beim photographischen Verfahren vorwiegend mit den am Glimmer adsorbierten, nicht aber mit in Lösung befindlichen Teilchen zu tun haben. Die Erscheinung von Gruppen in neutraler Radium (Abb. 2 und 2a) und saurer Poloniumlösung (Abb. 3) ist nur unter der Annahme zu erklären, dass gerade die adsorbierten Teilchen photographiert werden, da

Polonium und Radium in besagten Verhältnissen im Ionenzustande sich befinden und infolgedessen eine diffuse Wirkung der radioaktiven Elemente auf eine Platte hätte beobachtet werden sollen. Abb. 4 zeigt eine Aufnahme von alkalischer Poloniumlösung und bietet ein ziemlich übereinstimmendes Bild mit Abb. 2 und 2a, wo Aufnahmen von Radiumlösung dargestellt sind.

Von besonderem Interesse sind Abb. 1 und 2, welche Mikrophotographien (95-fache Vergrösserung) einer der entstandenen Gruppen („mit Tropfen" und „ohne Tropfen") bieten. Hier ist wohlersichtlich, dass es sich um ein Aggregat von sehr grossen Ausmassen handelt. Eine angenäherter Abzählung der Spuren von Teilchen ergibt eine Zahl von der Grössenordnung von 10^3, so dass es nicht schwer fallen sollte, solche Aggregate mit dem Ultramikroskop zu ermitteln. Nun erhielt aber Paneth (9) ein negatives Ergebnis beim Ultramikroskopieren und erblickte dafür eine Erklärung in der Unerheblichkeit dieser Aggregate, welche nach den s. z. vorhandenen Daten über Diffusionsgeschwindigkeit aus 3—8 Atomen bestehen durften. Wenn nun die von anderen Autoren vermuteten Aggregate von Polonium in Lösung hier als Strahlungsquellen auftreten sollten, so müssten sie bei Berücksichtigung der kurzen Lebensdauer von RaF eine Grösse von der Ordnung von 10^7 Atomen erreichen, was deren Unerfassbarkeit mit dem Mikroskop vollends rätselhaft erscheinen liesse. Eine theoretische Erwägung der Wahrscheinlichkeit, beim Photographieren der Lösung beträchtliche Gruppen zu erhalten lässt selbige gleichfalls sehr gering einschätzen. Zu allererst ist hier mit der Brownschen Bewegung der Teilchen zu rechnen, die kaum zugeben lässt, dass eine grössere Anzahl Spuren von α-Teilchen, welche von einem in Lösung befindlichen Aggregate gebildet werden, von einem Punkte ausgehen könnten. Überdies muss das in Bewegung befindliche Aggregat in abwechselnde Verhältnisse geraten hinsichtlich der Dicke der für die Teilchen absorbierenden Flüssigkeitsschicht. Endlich ist hervorzuheben, dass für eine totale Absorption der Teilchen eine ganz geringfügige Flüssigkeitsschicht erforderlich ist, viel dünner, als die Dicke eines Tropfens. Folglich können beim Mikrophotographieren nur ganz nahe an der Oberfläche befindliche Aggregate mit dabei sein.

So sprechen denn unsere Ergebnisse dafür, dass beim Photographieren eine ganz besondere Bedeutung den Teilchen von radioaktiven Elementen zusteht, welche am Glimmer adsorbiert sind. Dabei haben unsere Versuche erwiesen, dass die Beschaffenheit der erzielten Aufnahmen leicht mit den Umständen sich abändert. Zweifel hinsichtlich der Zulänglichkeit des photographischen Verfahrens wurden schon vorher von C. Chamié und M. Guillot (7) geäussert aus Anlass der in saurem Medium erhaltenen Aggregate und der Nichtübereinstimmung der auf photographischem Wege und mit Zentrifugierung erhaltenen Resultate. So ergibt sich denn der Schluss, dass das photographische Verfahren nicht geeignet ist, zu einer Lösung der Frage vom kolloidalen Zustande der Radioelemente zu verhelfen. Alle von den anderen Autoren erzielten Resultate lassen sich von unserem Standpunkte erklären.

In Anbetracht des Dargelegten sind wir der Ansicht, dass die photographische Methode eine andere Bedeutung erlangen dürfte. Sie könnte ein grosses Interesse für das eingehendere Studium der Adsorption bieten. In unseren Versuchen machten sich Ungleichmässigkeiten der Adsorption bemerkbar. Weitere diesbezügliche Untersuchungen sind im Gange.

Zum Schluss halten wir es für eine angenehme Pflicht Prof. M. Mysovskij unseren Dank auszusprechen, welcher uns die Ausführung der Arbeit im Radiuminstitute ermöglichte und im Laufe der Untersuchung wertvolle Unterstützung leistete.

Staatl. Radiuminstitut. Leningrad.

Eingegangen d. 11. I. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] C. Chamié. C. R., 1927, 184, 1243; 1927, 185, 770, 1267; 1928, 186, 1838. [2] C. Chamié. Journ. de Phys. et Le Rad., 1929, X, 44. [3] H. Jedrzejowsky. C. R., 1929, 188, 1943. [4] H. Herszfinkel u. H. Jedrzejowsky. C. R., 1929, 188, 1167. [5] O. Hahn u. O. Werner. Naturwiss., 1929, 17, 961. [6] O. Werner. Z. f. Phys., Ab. A, 1931, 156, 89. [7] C. Chamié et M. Guillot. C. R., 1930, 190, 1197. [8] M. Blau u. E. Rona. Wien. Ber., 1930, 139, 275. [9] F. Paneth. Kolloid. Z., 1913, 13, 404. [10] I. Starik u. L. Komlev. Abh. d. Radiuminst., V. II, 1933. [11] I. Starik, N. Segel u. A. S. Smagina. Über die Adsorbtion d. Poloniums (im Druck).

ФИЗИКА

М. РОМАНОВА и А. ФЕРХМИН

О СВЕРХТОНКОЙ СТРУКТУРЕ ЗЕЛЕНОЙ ЛИНИИ КРИПТОНА 5570

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 10 II 1934)

При изучении сверхтонкой структуры красной линии кадмия (6439), зеленой (5562) и желто-зеленой (5649) линий криптона нами была обнаружена в этих линиях весьма узкая сверхтонкая структура ([1]).

Для того, чтобы убедиться, что наблюденные нами результаты не вызваны чисто случайными причинами (например, недостатками фотографических пластинок), была исследована одновременно сверхтонкая структура линии криптона 5570 Å, которая имеет более далеко отстоящие составляющие и была уже исследована Гемфри ([2]) с пластинкой Луммера и Греммером ([3]) с эталонами Фабри и Перо.

Гемфри наблюдал кроме основной линии еще одну составляющую — 0.033 Å. Греммер с эталонами Фабри и Перо, при охлаждении трубки криптона жидким воздухом, показал, что, кроме составляющей — 0.032 имеются еще две + 0.022 и + 0.034 и по обоим сторонам центральной составляющей несколько неразрешенных линий.

Исследуя сверхтонкую структуру с эталонами Фабри и Перо в 2 и 6.25 см и охлаждая трубку криптона жидким воздухом, мы получили 11 составляющих. В последнее время Копферман и Вис-Кнудсен исследовали сверхтонкую структуру 6 линий криптона и предложили схему расщепления уровней криптона, из которой получается, что механический момент I криптона 83 больше или равен $\frac{7}{2}$. Составляющие четные изотопов криптона (78, 80, 82, 84 и 86) совпадают с центром тяжести крип-

тона 83. Полагая $I=\frac{9}{2}$, они получили для линии 5570 десять составляющих, которые приведены в таблице, а экспериментально смогли увидеть отдельно в этой линии только одну составляющую (—0.0338 Å).

Греммер	Гемфри	Романова и Ферхмин	Копферман и Вис-Кнудсен
— 0.032 Å	— 0.033 Å	— 0.0340 Å	— 0.0338 Å
Несколько		— 0.0170	— 0.0177
близких		— 0.0130	— 0.0053
составляющих		— 0.0027	— 0.0040
0	0	0	0
Размытая		+ 0.0030	—
линия		+ 0.0080	+ 0.0085
		+ 0.0160	+ 0.0186
+ 0.022		+ 0.0235	+ 0.0196
+ 0.034		+ 0.0335	+ 0.0294
		+ 0.0370	+ 0.0381

Из таблицы можно видеть, что наши результаты довольно хорошо совпадают со схемой термов Копфермана и Кнудсена. Мы наблюдали только еще одну лишнюю составляющую + 0.003 Å и вместо — 0.0053 Å другую составляющую при — 0.0130 Å. Составляющие — 0.0160 и 0.0235 были очень слабы. Составляющая — 0.034, повидимому, является сложной и состоит из отдельных линий.

Приносим нашу глубокую благодарность за полученные ценные советы и указания А. А. Лебедеву.

Государственный оптический институт.
Ленинград.

Поступило
10 II 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE HYPERFEINSTRUKTUR DER GRÜNEN Kr-LINIE 5570

Von M. ROMANOVA und A. FERCHMIN

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 10. II. 1934*)

Beim Untersuchen der roten Cd-Linie (6439), der grünen (5562) und der gelbgrünen (5649) Kr-Linien haben wir eine sehr enge Hyperfeinstruktur gefunden (1).

Um uns zu überzeugen, dass die beobachteten Resultate nicht etwa durch zufällige Ursachen hervorgerufen wurden (zum Beispiel durch Plattenfehler) haben wir auch die Hyperfeinstruktur der grünen Kr-Linie 5570 nachgeprüft.

Diese Linie hat nicht so schmale Einzelkomponenten und ist schon früher von Humphrey (2) mittels der Lummerschen Platte und von Gremmer (3) mit Hilfe des Fabry-Perot-Etalons untersucht worden.

Humphrey hat, ausser der Hauptkomponente, noch eine Komponente — 0.033 Å beobachtet. Gremmer der die Kryptonröhre mit flüssigem Wasserstoff abkühlte, gibt an dass ausser der Komponente — 0.032 Å noch zwei andere, nämlich + 0.022 und + 0.034 Å gesondert zu sehen

sind und zu beiden Seiten der Hauptkomponente sich noch einige Nebenlinien befinden, welche nicht zur Genüge aufgelöst werden konnten.

Wir untersuchten die Hyperfeinstruktur dieser Linie mit dem Fabry-Perot-Etalon bei einem Spiegelabstand von 2 und 6.25 cm und, indem wir die Kryptonröhre mit flüssiger Luft abkühlten, fanden wir 11 Komponenten, welche in der nachstehenden Tabelle angegeben sind.

Neuerdings haben Kopfermann und Wieth-Knudsen (4) die Hyperfeinstruktur einer Reihe von Kr-Linien untersucht und kamen zu einem einheitlichen Termschema, aus dem sich ergibt, dass das mechanische Moment des Kr 83 den Wert $I=\frac{7}{2}$ aufweist. Die Komponenten der geraden Isotopen (78, 80, 82, 84 und 86) fallen mit dem Schwerpunkt Kr 83 zusammen. Bei $I=\frac{9}{2}$ bekamen sie für die Linie 5570 zehn Komponenten, welche in der Tabelle angegeben sind. Experimentell konnten sie in dieser Linie nur eine einzelne Komponente (0.0338 Å) isoliert sehen.

Gremmer	Humphrey	Romanova und Ferchmin	Kopfermann und Wieth-Knudsen (berechnet)
—0.032 Å	—0.033 Å	—0.0340 Å	—0.0338 Å
Mehrere		—0.0170	—0.0177
enggedrängte		—0.0130	—0.0053
Komponenten		—0.0027	—0.0040
0	0	0	0
Diffuse		+0.0030	—
Linie		+0.0080	+0.0085
		+0.0160	+0.0186
+0.022		+0.0235	+0.0196
+0.034		+0.0335	+0.0294
		+0.0370	+0.0381

Aus der Tabelle kann man sehen, dass unsere Resultate ziemlich gut mit dem Termschema von Kopfermann und Wieth-Knudsen übereinstimmen. Nur haben wir noch eine Komponente +0.003 Å beobachtet und anstatt 0.053 Å eine andere Komponente bei 0.0130 Å gefunden. Die Komponenten +0.0160 und +0.0235 sind sehr schwach. Die Komponente —0.034 Å scheint kompliziert zu sein.

Wir sprechen dem Chef des Laboratoriums, A. Lebedev, unseren innigsten Dank für seine wertvollen Ratschläge und sein stetiges Interesse an unserer Arbeit aus.

Staatliches optisches
Institut. Leningrad.

Eingegangen
d. 10. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

1 ДАН СССР, № 2, 1933. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, № 2, 1933. 2 Humphrey. Bureau of Standards, Journal of Research, v. 7, p. 453, 1931. 3 Z. f. Instrk., 1929, S. 172. 4 H. Kopfermann u. Wieth-Knudsen. Z. f. Phys., 85, H. 5—6, S. 353.

ФИЗИКА

Ю. А. КРУТКОВ

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТЕОРЕМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ О СОЕДИНЕНИИ И РАЗЪЕДИНЕНИИ СИСТЕМ

(*Представлено академиком А. Н. Крыловым 25 II 1934*)

§ 1. Мы получили в другом месте следующее асимптотическое выражение для фазовой протяженности $\omega(\varepsilon)\,d\varepsilon$ (между поверхностями $H=\varepsilon$ и $H=\varepsilon+d\varepsilon$) (1):

$$\omega(\varepsilon) \sim \frac{1}{\sqrt{2\pi\varphi''(\Lambda)}}\, e^{\Lambda\varepsilon+\log f(\Lambda)}. \qquad [1]$$

Здесь $f(\Lambda)$ интеграл состояния

$$f(\Lambda)=\int_0^\infty e^{-\Lambda\varepsilon}\,\omega(\varepsilon)\,d\varepsilon, \qquad [2]$$

$\varphi(\Lambda)$ равно $\Lambda\varepsilon+\log f(\Lambda)$ и Λ определяется из уравнения

$$\varphi'(\Lambda)=\varepsilon+\frac{f'(\Lambda)}{f(\Lambda)}=0. \qquad [3]$$

Пусть система состоит из двух слабо связанных подсистем; тогда имеем:

$$\varepsilon=\varepsilon_1+\varepsilon_2,\quad f(\Lambda)=f_1(\Lambda)\,f_2(\Lambda). \qquad [4]$$

§ 2. Назовем статистической температурой величину

$$\Theta=\frac{V}{\omega}, \qquad [5]$$

где

$$V=\int_0^\varepsilon \omega(\varepsilon)\,d\varepsilon. \qquad [6]$$

Из выражения [1] легко получаем

$$V(\varepsilon)\sim\frac{\Lambda^{-1}}{\sqrt{2\pi\varphi''(\Lambda)}}\, e^{\Lambda\varepsilon+\log f(\Lambda)} \qquad [7]$$

и следовательно

$$\Theta=\frac{1}{\Lambda}. \qquad [8]$$

Теорема о соединении систем „при соединении двух систем с равными значениями Θ получается новая система с тем же значением Θ" (2) непосредственно следует из [3]. Мы имеем:

$$\varepsilon_1+\frac{f_1'(\Lambda)}{f_1(\Lambda)}=0,\quad \varepsilon_2+\frac{f_2'(\Lambda)}{f_2(\Lambda)}=0 \qquad [9]$$

и отсюда, складывая и принимая во внимание [4],

$$\varepsilon+\frac{f'(\Lambda)}{f(\Lambda)}=0 \qquad [9^*]$$

с тем же значением Λ, а следовательно и Θ.

Теорема о разъединении „при разъединении системы получаются подсистемы с тем же значением Θ, которым обладала первоначальная система" (2), как известно, имеет место только с некоторой вероятностью. Здесь мы имеем:

$$\varepsilon + \frac{f'(\Lambda)}{f(\Lambda)} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \frac{f_1'(\Lambda)}{f_1(\Lambda)} + \frac{f_2'(\Lambda)}{f_2(\Lambda)} = 0. \qquad [10]$$

Вероятность подсистемам обладать энергиями ε_1 и ε_2 равна отношению фазового объема, где это имеет место, ко всему фазовому объему

$$\frac{\omega_1(\varepsilon_1)\,\omega_2(\varepsilon_2)}{\omega(\varepsilon)} = \frac{\omega_1(\varepsilon_1)\,\omega_2(\varepsilon - \varepsilon_1)}{\omega(\varepsilon)}, \qquad [11]$$

максимум ее получается, если

$$\frac{\omega_1'(\varepsilon_1)}{\omega_1(\varepsilon_1)} = \frac{\omega_2'(\varepsilon_2)}{\omega_2(\varepsilon_2)}. \qquad [11^*]$$

Но из [1] следует

$$\omega'(\varepsilon) \sim \frac{\Lambda}{\sqrt{2\pi\varphi''(\Lambda)}}\, e^{\Lambda\varepsilon + \log f(\Lambda)}; \qquad [12]$$

следовательно

$$\frac{\omega_r'(\varepsilon_r)}{\omega_r(\varepsilon_r)} = \Lambda \quad (r = 1,2). \qquad [13]$$

Для этих значений ε_1, ε_2 — назовем их $\varepsilon_1^{(m)}$, $\varepsilon_2^{(m)}$ — [10] распадается на уравнения

$$\varepsilon_r^{(m)} + \frac{f_r'(\Lambda)}{f_r(\Lambda)} = 0, \qquad [14]$$

и теорема доказана.

Наше доказательство основано на справедливости асимптотических выражений [1], [7], [12]. Если система аггрегат из n тождественных подсистем, то

$$\omega(\varepsilon) = \frac{e^{\Lambda\varepsilon + n\log f_0(\Lambda)}}{\sqrt{2\pi n\chi''(\Lambda)}}\left[1 + O\left(\frac{1}{n}\right)\right], \qquad [15]$$

где

$$\chi(\Lambda) = \Lambda\frac{\varepsilon}{n} + \log f_0(\Lambda) \qquad [16]$$

и f_0 интеграл состояния для подсистемы (1).

Замена интегралов интегралами Стильтьеса

$$f(\Lambda) = \int_0^\infty e^{-\Lambda\varepsilon}\, dw(\varepsilon) \qquad [17]$$

позволяет включить в круг рассмотрения и системы с дискретными состояниями.

Физический институт Ленинградского гос. университета.

Поступило 25 II 1934.

PHYSIK

ÜBER DEN VEREINIGUNGS- UND TRENNUNGSSATZ DER STATISTISCHEN MECHANIK

Von G. KRUTKOW

(*Vorgelegt von A. Krylov, Mitglied der Akademie, 25. II. 1934*)

§ 1. Wir haben an anderer Stelle folgenden asymptotischen Ausdruck für die Phasenausdehnung $\omega(\varepsilon)\,d\varepsilon$ (zwischen den „Flächen" $H=\varepsilon$ und $H=\varepsilon+d\varepsilon$) gewonnen (1):

$$\omega(\varepsilon) \sim \frac{1}{\sqrt{2\pi\varphi''(\Lambda)}}\, e^{\Lambda\varepsilon+\log f(\Lambda)}. \tag{1}$$

Hier ist $f(\Lambda)$ das Zustandsintegral

$$f(\Lambda)=\int_0^\infty e^{-\Lambda\varepsilon}\,\omega(\varepsilon)\,d\varepsilon, \tag{2}$$

$\varphi(\Lambda)$ ist gleich $\Lambda\varepsilon+\log f(\Lambda)$ und Λ wird durch die Gleichung

$$\varphi'(\Lambda)=\varepsilon+\frac{f'(\Lambda)}{f(\Lambda)}=0 \tag{3}$$

bestimmt.

Nun soll das System aus zwei lose gekoppelten Teilsystemen bestehen. Man hat also

$$\varepsilon=\varepsilon_1+\varepsilon_2,\quad f(\Lambda)=f_1(\Lambda)\,f_2(\Lambda). \tag{4}$$

§ 2. Wir definieren nun als statistische Temperatur die Grösse

$$\Theta=\frac{V}{\omega}, \tag{5}$$

wo

$$V=\int_0^\varepsilon \omega(\varepsilon)\,d\varepsilon \tag{6}$$

bedeutet. Aus [1] folgert man leicht

$$V(\varepsilon)\sim\frac{\Lambda^{-1}}{\sqrt{2\pi\varphi''(\Lambda)}}\,e^{\Lambda\varepsilon+\log f(\Lambda)}, \tag{7}$$

also

$$\Theta=\frac{1}{\Lambda} \tag{8}$$

Der Vereinigungssatz „Bei Vereinigung zweier Systeme mit den gleichen Werten Θ entsteht ein neues System mit eben demselben Werte Θ" (2) folgt direkt aus [3]. Wir haben:

$$\varepsilon_1+\frac{f_1'(\Lambda)}{f_1(\Lambda)}=0,\quad \varepsilon_1+\frac{f_2'(\Lambda)}{f_2(\Lambda)}=0 \tag{9}$$

und daraus durch Addition und Berücksichtigung von [4]

$$\varepsilon+\frac{f'(\Lambda)}{f(\Lambda)}=0 \tag{9*}$$

mit demselben Werte von Λ, also auch von Θ.

Der Trennungssatz „Durch Zerlegung eines Systems erhält man Teilsysteme mit denselben Werten Θ, die das ursprüngliche System besessen hat" (2) ist bekanntlich nur ein Wahrscheinlichkeitssatz. Hier haben wir

$$\varepsilon + \frac{f'(\Lambda)}{f(\Lambda)} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \frac{f_1'(\Lambda)}{f_1(\Lambda)} + \frac{f_2'(\Lambda)}{f_2(\Lambda)} = 0. \quad [10]$$

Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Teilsysteme die Energien ε_1 und ε_2 besitzen, ist gleich dem Verhältnis der Phasenausdehnung, wo dieses zutrifft, zu der ganzen Phasenausdehnung:

$$\frac{\omega_1(\varepsilon_1)\,\omega_2(\varepsilon_2)}{\omega(\varepsilon)} = \frac{\omega_1(\varepsilon_1)'\,\omega_2(\varepsilon - \varepsilon_1)}{\omega(\varepsilon)}, \quad [11]$$

ihr Maximum ergibt sich für

$$\frac{\omega_1'(\varepsilon_1)}{\omega_1(\varepsilon_1)} = \frac{\omega'(\varepsilon_2)}{\omega_2(\varepsilon_2)}. \quad [11^*]$$

Aus [1] aber folgt

$$\omega'(\varepsilon) \sim \frac{\Lambda}{\sqrt{2\pi\varphi''(\Lambda)}}\, e^{\Lambda\varepsilon + \log f(\Lambda)}, \quad [12]$$

also

$$\frac{\omega_r'(\varepsilon_r)}{\omega_r(\varepsilon_r)} = \Lambda \quad (r = 1,2). \quad [13]$$

Für diese Werte von ε_1, ε_2, — wir wollen sie etwa $\varepsilon_1^{(m)}$, $\varepsilon_2^{(m)}$ nennen — zerfällt also [10] in die Gleichungen

$$\varepsilon_r^{(m)} + \frac{f_r'(\Lambda)}{f_r(\Lambda)} = 0. \quad [14]$$

Damit ist der Trennungssatz bewiesen.

Voraussetzung für den Beweis war hier die Gültigkeit der asymptotischen Ausdrücke [1], [7], [12]. Ist das System ein Aggregat von n identischen Teilsystemen, so hat man

$$\omega(\varepsilon) = \frac{e^{\Lambda\varepsilon + n \log f_0(\Lambda)}}{\sqrt{2\pi n \chi''(\Lambda)}} \left[1 + 0\left(\frac{1}{n}\right)\right] \quad [15]$$

mit

$$\chi(\Lambda) = \Lambda \frac{\varepsilon}{n} + \log f_0(\Lambda) \quad [16]$$

und f_0 gleich dem Zustandsintegral des Teilsytems (1). Die Ersetzung der Integrale durch Stieltjesintegrale

$$f(\Lambda) = \int_0^\infty e^{-\Lambda\varepsilon}\, dw(\varepsilon) \quad [17]$$

gestattet auch Systeme mit diskreten Zuständen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen.

Physikalisches Forschungsinstitut
der Universität.
Leningrad.

Eingegangen
d. 25. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

1 G. Krutkow. Z. f. Phys., 81, 377, 1933. 2 P. Hertz. Statistische Mechanik (Weber-Gans Repertorium d. Physik). S. 501, § 257.

ФИЗИКА

С. ГВОЗДОВЕР и Ф. КОНОВАЛОВ

О ВОЗДЕЙСТВИИ ПОТОКОМ МЕДЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА ПЛАЗМУ, ОБРАЗОВАННУЮ ПРИ РАЗРЯДЕ В ПАРАХ РТУТИ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 27 II 1934)

Части газового разряда со скомпенсированными объемными зарядами получили за последнее время общее название плазмы. По воззрениям Лэнгмюра (1) условие, необходимое для образования плазмы, заключается в том, чтобы количество образовавшихся ионов было достаточно для появления максимума потенциала в разрядной трубке. В области максимума потенциала скопляются электроны, появляющиеся в разряде, отчего объемные заряды нейтрализуются, потенциал в максимуме падает до тех пор, пока не достигает величины, при которой электроны начнут попадать на анод.

Так как возникающие в разряде электроны обладают большими начальными скоростями, то потенциал анода, обычно, на несколько вольт ниже потенциала плазмы, т. е. возникает отрицательное анодное падение.

Скопляющиеся в максимуме потенциала электроны, в результате взаимодействий между собой ионов и молекул газа, приходят в хаотическое движение, и распределение их скоростей становится максвелловским. В стационарном состоянии, быстрые электроны, имеющиеся во всяком максвелловском распределении, создают положительные ионы в количестве необходимом для компенсации убыли положительных ионов при их рекомбинации на стенках трубки (2, 3). Существование максвелловского распределения скоростей среди экектронов плазмы быдо подтверждено большим количеством экспериментов, выполненных в различных лабораториях.

В настоящей заметке мы сообщаем о предварительных результатах опытов, которые мы поставили для выяснэния зависимости между анодным падением потенциала, температурой распределения электронов и количеством образовавшихся в плазме ионов.

Для опытов служила разрядная трубка с накаленным вольфрамовым катодом, имевшая форму шара диаметром в 12 см и содержавшая капельку ртути. В трубке находились два зонда и анод. Один зонд представлял собой обычный подогревный эквипотенциальный оксидный катод. Другим контрольным зондом служил молибденовый диск диаметром в 2 см, прижатый к стенкам трубки. Во время опытов трубка была все время приключена к вакуумной установке. Никаких предохранительных мер для контроля температуры стенок трубки не предпринималось.

Задавая разряд между вольфрамовым катодом и анодом и снимая характеристики контрольного зонда относительно анода, мы могли определять параметры образовавшейся плазмы и величину анодного падения потенциала (4).

Если теперь потенциал второго оксидного зонда поддерживать относительно анода отрицательным, то вокруг зонда образуется слой положительных ионов. Падение потенциала в таком ионном слое равно приложенному напряжению за вычетом анодного падения. Если же еще подогреть оксидный зонд, то с него начнется эмиссия электронов. Накладывая между анодом и зондом разность потенциалов меньшую ионизационного потенциала, мы создадим с оксидного катода поток медленных электронов, которые не смогут производить ионизацию непосредственным ударом

с невозбужденными атомами ртути. Поэтому, в основном состояние, плазмы будет задаваться разрядом между вольфрамовым катодом и анодом. Однако, для подведения тока с оксидного катода к аноду, плазма, созданная током с вольфрамового катода, должна будет придти в другое стационарное состояние, и температура распределения электронов должна будет измениться. Последнее соображение хорошо оправдывается опытом. Таким образом, при помощи накаленного зонда мы получаем возможность воздействовать на параметры плазмы.

Результаты опытов сведены в таблице.

I	II	III	IV
Vc (вольты)	*Vo* (вольты)	Δ *Va* (вольты)	10^7 *Ir* $\frac{A}{cm^2}$
0*	0.43	— 0.5	19.7
— 2	0.77	—	19.7
— 3	1.12	+ 0.5	20.4
— 4	1.29	+ 0.9	21.0
—6	2.38	+ 1.0	21.0

Все измерения производились при разности потенциалов между вольфрамовым катодом и анодом трубки в 50 V и силе тока 2.10^{-3} A. Сила же тока с оксидного зонда была неизменно 10.10^{-3} A, чего можно было достичь, варьируя накал подогревной спирали. В первом столбце даны потенциалы оксидного зонда относительно анода, во втором соответствующая температура распределения электронов, выраженная в эквивалентных вольтах ($kT = eV_0$), в третьем анодное падение и в четвертом плотность ионного тока на стенки трубки. Во всех случаях, приведенных в таблице, плотность беспорядочного тока электронов почти не менялась.

Из таблицы видно, что с увеличением скорости электронов с оксидного зонда меняется не только температура распределения электронов плазмы, но и анодное падение, которое, будучи при $V_c = 0$ отрицательным, проходит далее через нуль и становится положительным. Таким образом, добавляя к разрядной трубке накаленный зонд и подбирая соответствующий режим его работы, можно управлять анодным падением и даже вовсе уничтожать его, что весьма важно при практических применениях приборов газового разряда.

Почти полная независимость плотности тока положительных ионов на стенки трубки при пятикратном увеличении температуры распределения электронов плазмы находится в противоречии с формулой Киллиана, которая, в случае разряда в парах ртути, дает выражение для числа положительных ионов λ, образованных в 1 секунду одним электроном плазмы:

$$\lambda = AV_0^{1/2}(10.4 + 2V_0)\, l^{-\frac{10.4}{V_0}},$$

* Зонд отключен от анода. — Die Sonde ist von der Anode getrennt.

где A постоянная, зависящая от давленив. Так как ток положительных ионов на стенки трубки должен быть пропорционален λ, то при пятикратном увеличении V_0 мы вправе ожидать приблизительно 32-кратного увеличенил Ip, чего в действительности нет. Происходит это, очевидно, потому, что условия нашего разряда таковы, что в образовании положительных ионов существенную роль играют не только электроны, обладающие максвелловским распределением скоростей, но и те первичные электроны, которые со скоростью в 50 вольт летят с вольфрамового катода, в то время как формула Киллиана учитывает только эффект электронов, обладающих максвелловским распределением скоростей.

Лаборатория электрических явлений в газах
Научно-исследовательского института физики
Московского университета.

Поступило
27 II 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE WIRKUNG EINES STROMES LANGSAMER ELEKTRONEN AUF DAS PLASMA DES QUECKSILBERLICHTBOGENS

Von S. GVOSDOVER und F. KONOVALOV

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 27. II. 1934*)

Die Teile einer Gasentladung, in denen die Raumladungen kompensiert sind, erhielten neuerdings die allgemeine Benennung als „Plasma".

Laut der Anschauungen Langmuir's (1) ist es für die Entstehung des Plasma notwendig, dass sich eine Anzahl von Ionen ausbilde, welche zur Erzeugung eines Potentialmaximums in der Entladungsröhre ausreichte. Im Gebiete des Potentialmaximums häufen sich dann die während der Entladung entstehenden Elektronen und neutralisieren die positiven Raumladungen. Das Potential im Maximum fällt demzufolge, bis es einen Wert erreicht, bei dem die Elektronen an die Anode gelangen können.

Da die Elektronen, die in der Entladung auftreten, grosse Anfangsgeschwindigkeit besitzen, so liegt das Potential der Anode gewöhnlich um einige Volt unter dem Potential des Plasma, es entsteht also ein negatives Anodengefälle.

Infolge der Wechselwirkung der Ionen und der Gasmoleküle geraten die Elektronen in ungeordnete Bewegung und es stellt sich eine Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen ein, welche dem Maxwellschen Verteilungsgesetz Folge leistet.

Bei stationärem Zustande erzeugen die schnellen Elektronen, die innerhalb jeder Maxwellschen Verteilung vorkommen, positive Ionen in einer Anzahl, welche die aus der Rekombination der positiven Ionen an den Glaswandungen erstehenden Verluste aufwiegen kann (2, 3).

Die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen im Plasma wurde mehrmals experimentell nachgewiesen.

Vorliegende Notiz bietet eine Mitteilung über die vorläufigen Ergebnisse von Untersuchungen, die wir zur Ermittelung des Zusammenhanges zwischen Anodengefälle, Temperaturverteilung der Elektronen und Anzahl der im Plasma entstehenden Ionen durchgeführt haben.

Bei unseren Untersuchungen benutzten wir eine kugelformige Entladungsröhre von 12 cm Durchmesser mit einer Wolfram-Glühkathode, einer Molybdänanode und zwei Sonden. In der Röhre befand sich ein

Quecksilbertropfen. Die eine Sonde bildete eine äquipotentiale Glüh-oxyd-Kathode mit fremder Heizung. Die zweite Kontrollsonde bildete eine kreisförmige Molybdän-Scheibe von 2 cm Durchmesser, die an den Glaswandungen angebracht war. Die Röhre war während der Versuche durchweg mit einer Vakuumapparatur verbunden. Während der Messungen wurden keine Sicherungsmassregeln zur Kontrolle der Temperatur der Glaswandungen getroffen.

Indem wir bestimmte Entladungen zwischen Wolframkathode und Anode bewirkten und die Charakteristik der Kontrollsonde im Bezug auf die Anode aufnahmen, konnten wir so die Parameter des entstehnden Plasma und die Werte des Anodengefälles ermitteln (4).

Ist nun das Potential der zweiten Oxyd-Sonde in Bezug zur Anode negativ, dann entsteht rings um die Sonde eine Schicht von positiven Ionen. Das Potentialgefälle in dieser Ionenschicht ist der Differenz zwischen der angebrachten Spannung und dem Anodengefälle gleich. Wird nun die Oxyd-Sonde erwärmt, dann beginnt sie Elektronen zu emittieren.

Durch entsprechende Wahl einer Spannung zwischen der Anode und der Sonde, die unter dem Ionisationspotentiale zu liegen hat, wird ein Strom langsamer Elektronen aus der Oxyd-Kathode erzeugt; dabei können diese Elektronen die unangeregten Quecksilberatome nicht durch direkte Stösse ionisieren. Der Zustand des Plasma wird also hauptsächlich durch die Entladungsverhältnisse zwischen der Wolframkathode und der Anode bestimmt. Für die Herstellung des Stromes zwischen der Oxyd-Sonde und der Anode muss aber das Plasma, welches durch den Strom zwischen der Wolframkathode und der Anode erzeugt wird, seinen stationären Zustand wechseln, und die Temperaturverteilung der Elektronen muss sich entsprechend abändern. Diese Schlussfolgerung wurde durch unsere Untersuchungen bestätigt.

Auf diese Weise konnten wir die Parameter des Plasma mit Hilfe einer Glüh-Sonde beeinflussen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in der Tabelle (S. 554) zusammengestellt.

Die Beobachtungen wurden bei einer Potentialdifferenz von 50 Volt zwischen Wolframkathode und Anode und bei einer Stromstärke von 2.10^{-3} Amp. durchgeführt. Die von der Oxyd-Sonde ausgehende Stromstärke wurde konstant gleich 10.10^{-3} Amp. gehalten, was wir durch passendes Variieren des Erhitzens der Glühspirale erreichen konnten.

Die erste Spalte der Tabelle enthält die Spannungen zwischen der Oxyd-Sonde und der Anode, die zweite — die entsprechende Temperaturverteilung der Elektronen in äquivalenten Volt ($kT = eV_0$). Die dritte Spalte bringt die Anodengefälle und die vierte — die Dichten des Ionenstromes an den Röhrenwandungen. Für alle in der Tabelle wiedergegebenen Fälle blieb die Dichte des ungeordneten Elektronenstromes nahezu unverändert.

Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass mit Vergrösserung der Geschwindigkeiten der von aus der Oxyd-Sonde stammenden Elektronen sich nicht blos die Temperaturverteilung der Elektronen des Plasma sondern auch das Anodengefälle ändert. Das Anodengefälle, welche bei $V_0 = 0$ negativ ist, nimmt weiterhin den Wert Null an und wird allmählich positiv.

Durch Anbringen einer Glühsonde an die Entladungsröhre und durch entsprechende Anpassung ihrer Arbeitsverhältsnisse, kann man also das Anodengefälle regeln und sogar völlig ausschalten, was bei den praktischen Anwendungen der Gasentladungsapparate von grosser Wichtigkeit ist.

Die fast vollkommene Konstanz der Stromdichte der positiven Ionen

an den Röhrenwandungen bei fünffacher Steigerung der Temperatur der Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen des Plasma widerspricht der Killian'schen Formel, die im Falle von Entladung in Quecksilberdampf folgenden Ausdruck für die Anzahl der während einer Sekunde von einem Elektron des Plasma erzeugten positiven Ionen λ gibt:

$$\lambda = AV_0^{1/2}(10.4+2V_0)l^{\frac{-10.4}{V_0}},$$

wo A eine vom Druck abhägige Konstante ist.

Da der Strom der positiven Ionen auf die Röhrenwandungen in direktem Verhältnis zu λ stehen soll, so müssten wir bei fünffacher Steigerung von V_0 eine etwa 32-fache Steigerung von l_p beobachten, was in Wirklichkeit nicht der Fall war.

Die wahrscheinliche Erklärung dafür besteht wohl darin, dass bei der Entladung in unseren Versuchen an der Erzeugung der positiven Ionen nicht bloss die Elektronen, für welche die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung massgebend ist, sondern auch diejenigen, die sich mit der Anfangsgeschwindigkeit von 50 Volt von der Kathode her bewegen, beteiligt sind, während die Killian'sche Formel einzig und allein die Wirkung der erstgenannten Menge in Betracht zieht.

Physikalisches Institut
der Universität Moskau.

Eingegangen
d. 27. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] I. Langmuir. Phys. Rev., 33, 954, 1929. [2] T. Killian. Phys. Rev., 35, 1234, 1930. [3] L. Tonks and I. Langmuir. Phys. Rev., 34, 876, 1929. [4] С. Гвоздовер. Журн. техн. физики, 3, 588, 1933. S. Gvosdover. Journ. d. techn. Phys., 3, 588, 1933.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

М. П. ВОЛАРОВИЧ и Д. М. ТОЛСТОЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ПЛАСТИЧНЫЕ СВОЙСТВА КАОЛИНА

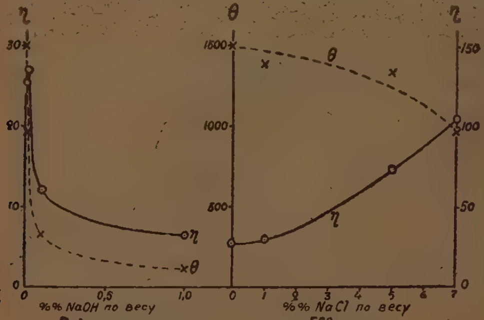
(Представлено академиком А. А. Борисяком 11 II 1934)

Исследование влияния различных факторов на пластичные свойства глины представляет интерес как для промышленности, например в связи с процессом обогащения, так и с теоретической точки зрения, ибо этим путем, возможно, удастся разъяснить молекулярную природу пластичности, которая до сих пор остается не вполне выясненной. В настоящей работе для измерения постоянных пластичного потока авторы пользовались методом вращающегося цилиндра ([1]), причем, вместо обычного уравнения Ньютона для вязкой жидкости, неприменимого к пластичным веществам, за основу было взято уравнение Бингама ([2]) для пластичных тел:

$$\frac{F}{S} - \theta = \eta \frac{dv}{dx},$$

где F — тангенциальная сила, действующая на площадь S, θ — предельное напряжение сдвига (yield value), $\frac{dv}{dx}$ — градиент скорости и η — коэффициент, аналогичный вязкости в уравнении Ньютона. В цитированной выше статье авторами изложены теория прибора и способы определения постоянных пластичного потока θ и η, применявшиеся и в этой работе.

Исследование температурной зависимости предельного напряжения сдвига показали, что θ с точностью до $\pm 5\%$ не зависит от температуры в пределах от 10 до 57°. Это представляет интерес в связи с тем, что коэффициент внешнего трения, согласно опытам Гарди, также не зависит от температуры. Следовательно, можно считать, что отдельные частицы глины, разделенные тонкими прослойками воды, играющей роль смазки, могут смещаться друг относительно друга только тогда, когда напряжение превосходит значение θ, причем действующие при этом силы аналогичны силам внешнего трения ([3]). Другая постоянная уравнения Бингама, η уменьшается с повышением температуры. Однако ее уменьшение происходит несколько медленнее, чем у чистой воды, что ясно из табл. 1.



Водная суспензия каолина, конц. 55% по весу.

Этого и следовало ожидать, поскольку для суспензоидных золей всегда наблюдалась аналогичная температурная зависимость кажущейся вязкости.

При исследовании влияния электролитов на пластичность каолина прежде всего был изучен эффект добавления NaOH и NaCl. С качественной стороны действие этих электролитов уже давно известно из практики обогащения каолина. Скотт Блэр ([4]) также изучал влияние NaOH и NaCl на пластичность глин, но методика его исследований представляется спорной. Зависимость вязкости каолиновых суспензий от прибавки электролитов изучали Л. Шмелев и Д. Смирнов ([5]), а также В. Плотников и Э. Натансон ([6]). Однако, поскольку они вычисляли кажущуюся вязкость на основании измерений в капиллярном вискозиметре, их данные являются лишь относительными.

Результаты наших измерений, полученные для глуховецкого каолина 1-го сорта, представлены на чертеже, где по оси абсцисс отложена концентрация электролитов, выраженная в процентах к весу сухого каолина. По оси ординат отложены θ и η, причем для θ масштаб взят одинаковый для обоих электролитов, а для η разный.

Как видно из этих графиков, характер влияния NaOH и NaCl совершенно различен. Уже незначительная добавка NaOH (0.1%) уменьшает предельное напряжение сдвига θ почти в 5 раз, тогда как прибавление 7% NaCl уменьшает θ только в $1^1/_2$ раза. Кроме того, если для NaOH (кривая θ) концентрация носит резко выраженный адсорбционный характер, для NaCl этого не наблюдается. Если на предельное напряжение сдвига NaOH и NaCl качественно влияют в одинаковом направлении, то в отношении изменения вязкости влияние этих электролитов противо-

положно. Добавление NaOH резко уменьшает вязкость каолиновой суспензии, тогда как NaCl значительно ее увеличивает.

Различный эффект NaOH и NaCl объясняется различием в механизме их действия. При добавлении к каолиновой суспензии NaOH, гидроксильные ионы адсорбируются на частицах каолина и вызывают пептизацию суспензии, связанную с гидратацией. С уменьшением размеров частиц η, естественно, уменьшается. Что же касается уменьшения θ под влиянием NaOH, то это объясняется смазочным действием адсорбционных слоев. Влияние адсорбционных слоев на понижение внешнего трения наблюдали также Гарди и Биркумшо (7), и, поскольку согласно нашим представлениям наличие θ обусловлено трением частиц каолина друг о друга, здесь мы видим эффект, аналогичный эффекту Гарди. С другой стороны, Б. В. Дерягин (8), при исследовании влияния различных смазок на внешнее трение слюды, обнаружил, что наибольшее смазочное действие оказывают растворы NaOH, понижая коэффициент внешнего трения в $1^1/_2$—2 раза, что находится в полном согласии с нашими опытами. Наоборот, NaCl, как известно, вызывает коагуляцию, и в то же время наблюдается дегидратация. Эти два фактора должны оказывать противоположное действие на вязкость: увеличение размеров частиц должно ее повышать, а освобождение связанной воды должно вызывать уменьшение η. Повидимому, первый фактор превалирует, и в результате мы имеем повышение вязкости. Предельное напряжение сдвига θ несколько уменьшается от прибавления NaCl, что также, вероятно, связано с дегидратацией. Действительно, тонкие слои воды между частицами каолина несколько расширяются за счет освобождающейся воды, хотя это расширение, повидимому, незначительно.

Таблица 1

$t°$	η — вязкость суспензии (в пуазах)	η_1 — вязкость воды (в с. п.)	$\frac{\eta}{\eta_1}$
10	126	1.308	9630
32	76.9	0.768	10000
42.5	62.8	0.621	10100
57	57.2	0.491	11600

Таблица 2

Препарат	ψ (сек$^{-1}$)
Контрольное измерение	58.8
0.0096% NaOH	14.3
0.096% „	6.0
0.96% „	3.4
1% NaCl	47.0
5% „	18.2
7% „	9.26

Если взять за меру пластичности (1) $\psi = \frac{\theta}{\eta}$ при одинаковых концентрациях твердой фазы, то оказывается, что оба эти электролита понижают пластичность каолина. Под влиянием NaOH уменьшаются и θ, и η, но первая постоянная в большей степени, и в результате ψ понижается. Для NaCl обе постоянные изменяются в сторону уменьшения пластичности. Впрочем, для сравнения пластичности целесообразнее брать данные не при одинаковых концентрациях твердой фазы, а при концентрациях соответствующих равным значениям θ, считая пластичность про-

порциональной текучести $\frac{1}{\eta}$ при одинаковой способности сохранять форму. В таком случае, влияние упомянутых электролитов на пластичность изученного каолина характеризуется данными табл. 2 (стр. 559).

Физико-химический сектор
Института прикладной минералогии.
Москва.

Поступило
11 II 1934.

PHYSIQUE APPLIQUÉE

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DES ÉLECTROLYTES SUR LES PROPRIÉTÉS PLASTIQUES DU KAOLIN

Par M. VOLAROVIČ et D. TOLSTOI

(Presenté par A. Borissiak, de l'Académie, le 11. II. 1934)

RÉSUMÉ

A l'aide de la méthode des cylindres concentriques développée par les auteurs, on a étudié pour les suspensions aqueuses du kaolin l'influence de la température et de l'addition d'électrolytes sur les constantes θ et η de l'équation de Bingham. Soit:

$$\frac{F}{S} - \theta = \eta \frac{dv}{dx},$$

où θ est la limite de fluidité (the yield value) et η est l'inverse de la „mobilité“ μ de Bingham.

Dans l'intervalle de 10 à 57°C on a trouvé que la constante θ est indépendante de la température, tandis que η décroît avec les températures croissantes un peu moins vite que la viscosité le l'eau.

On a déterminé aussi l'influence de NaOH et de NaCl sur ces constantes. Comme le montre la figure (p. 558), l'influence de NaOH est différente de celle de NaCl: le premier abaisse considérablement les deux constantes nommées, tandis que le dernier cause une légère diminution de θ et une forte augmentation de η. La plasticité, dont on a pris le rapport $\frac{\theta}{\eta}$ pour mesure, diminue dans les deux cas.

Section de Chimie physique
de l'Institut de Minéralogie appliquée.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 11. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITÉRATURE CITÉE

[1] М. П. Воларович и Д. М. Толстой. ЖФХ, IV, вып. 6, 815 (1933). [2] E. C. Bingham. Fluidity and Plasticity. New York (1922). [3] Б. В. Дерягин. ЖФХ (печатается). [4] E. W. Scott Blair. Trans. Cer. Soc., 30, 138 (1931). [5] Л. Шмелев и Д. Смирнов. Керамика и стекло, 7, № 7—8, 36 (1931). [6] В. Плотников и Э. Натансон. ЖПХ, 6, 839 (1933). [7] W. Hardy & L. Bircumshaw. Proc. Roy. Soc., 108 A, 2 (1925). [8] Б. В. Дерягин. Труды Конфер. физ. хим. анал. (печатается).

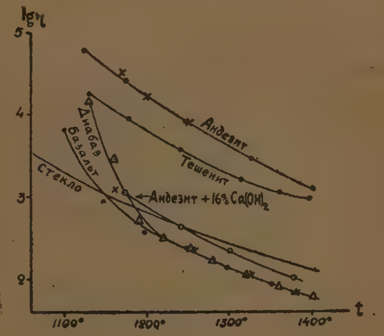
ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

М. П. ВОЛАРОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВЛЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

(*Представлено академиком А. А. Борисяком 11 II 1934*)

Изучение вязкости расплавленных горных пород имеет двоякого рода значение. С одной стороны эти данные находят себе практическое применение в процессе каменного литья и в стеклоделии, а с другой стороны они представляют интерес для минералогии и геологии при рассмотрении вопросов, связанных с образованием магматических и метаморфических горных пород. Однако, до сих пор известно весьма мало исследований такого рода ([1]).



В настоящей работе автор употреблял разработанный им метод, основанный на принципе вращающегося цилиндра; этот метод неоднократно применялся для измерения вязкости расплавленных стекол, шлаков, эмалей и двойных стекловидных систем ([2]). В виду этого нет необходимости приводить описание методики. Следует только подчеркнуть, что цилиндры изготовляются из платино-иридия и, следовательно, в течение опыта химический состав расплава остается строго неизменным. Далее необходимо указать, что перед измерением образец расплавлялся непосредственно в приборе при нагревании до 1400°, и измерения производились начиная с высоких температур, переходя затем к более низким. Каждая точка выдерживалась в течение 15—20 минут при постоянной температуре с точностью ± 2—3°. Охлаждение расплава между двумя точками производилось примерно со скоростью 8—12° в минуту. По окончании измерений расплав снова нагревался до 1400° для того, чтобы легко можно было извлечь его из прибора. После этого охлаждение происходило достаточно быстро, и образцы застывали в виде стекла.

Были исследованы андезит с Казбека (2 измерения), плав андезита с прибавлением 16% $Ca(OH)_2$, тешенит Курсеби,* Олонецкий диабаз из Шелики, а также произведено вторичное измерение исследованого ранее образца базальта ([1]). Ниже представлены химические анализы образцов, а на чертеже результаты измерений, причем по оси абсцисс отложена температура, а по оси ординат логарифм вязкости. Кроме того на этом же чертеже приведены для сравнения данные для обычного бутылочного стекла, взятые из одной из предыдущих работ автора.

На чертеже вторичные измерения андезита и базальта изображены крестиками; как видно, результаты оказываются воспроизводимыми. Расхождение для базальта при температуре ниже 1200° объясняется кристаллизацией, о чем будет сказано ниже.

* Образцы горных пород из Закавказья и их химические анализы предоставлены мне А. А. Янушкевичем, а олонецкий диабаз и его химический анализ — Н. В. Гуриным.

Таблица 1

Анализы

	SiO_2	TiO_2	P_2O_5	SO_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Потеря от прокаливания
Базальт . .	49.03	0.57	0.29	0.89	19.25	1.56	7.68	0.16	9.61	8.84	0.38	0.84	0.75
Тешенит .	50.58	0.66	0.29	1.19	19.89	4.52	6.41	0.24	7.76	1.80	0.79	2.29	3.43
Андезит . .	63.76	0.44	Следы	1.56	17.81	5.53	0.59	0.09	5.05	3.72	0 66	0.67	—
Диабаз . .	48.14	0.96	—	—	12.86	7.3	10.62	0.08	9.18	6.12	0.66	4.18	—
Стекло . .	72.8	—	—	—	0.9		—	—	10.5	—	—	15 8	—

При рассмотрении чертежа (стр. 561) видно, что самой вязкой породой оказывается андезит. Это и неудивительно, поскольку андезит является самой кислой породой (63.76% содержания SiO_2) из числа исследованных; в то же время его высокая вязкость обусловлена большим содержанием глинозема и небольшим количеством щелочей, равно как и MgO и FeO. Обычное стекло оказывается гораздо менее вязким, несмотря на еще большее содержание кремнекислоты (72.8%), в виду полного отсутствия глинозема и весьма большого содержания щелочи. Тешенит во всем измеренном интервале температур имеет вязкость несколько меньше, чем у андезита, что объясняется значительно меньшим содержанием SiO_2 (на 13% меньше, чем у андезита); несколько увеличенное количество глинозема (примерно на 2%) у тешенита не вызывает заметного повышения вязкости, тем более, что повышенное содержание щелочей влияет обратным образом.

Наконец неудивительна исключительно малая вязкость базальта и диабаза, данные для которых в интервале температур от 1400 до 1220° совпадают, причем общая их кривая лежит ниже, чем у обычного стекла (на фигуре цифры для диабаза изображены треугольниками). Вязкость базальта и диабаза при 1400° в 21 раз меньше, чем у андезита, а при 1200° даже в 40 раз меньше. Малая вязкость этих пород связана с небольшим содержанием кремнекислоты; значительное количество глинозема (у базальта 19.25%) не сказывается в смысле повышения вязкости, вследствие наличия MgO и FeO, которые увеличивают текучесть расплава. При понижении температуры ниже 1200° кривые базальта и диабаза пересекают кривую вязкости стекла и резко загибаются кверху, что, повидимому, объясняется кристаллизацией. Прибавка $Ca(OH)_2$ в количестве 16%, как видно на чертеже, чрезвычайно сильно понижает вязкость андезита. Хотя, конечно, известь прибавлялась специально с целью уменьшения вязкости, но все же трудно было ожидать такого резкого эффекта. Действительно, при 1400° вязкость андезита в 13.5 раз больше, чем у расплава с добавкой $Ca(OH)_2$, а при 1200° расхождение еще увеличивается и доходит до 23.5 раз.

Из изложенного ясно, что при исследовании вязкости расплавленных горных пород обнаруживаются в общем такие же закономерности, которые ранее наблюдались различными авторами при изучении вязкости расплавленных стекол (³).

Для удобства сравнения составлена таблица 2, в которой представлена вязкость различных пород при одинаковой температуре.

Таблица 2

t°	Вязкость в пуазах					
	Базальт	Диабаз	Тешенит	Андезит	Андезит + 16% (Ca)OH_2	Стекло Константиновского завода
1400	55*	55	851	1 175	87	123*
1300	126	126	1 820	3 980	208	263
1200	400	400	6 310	16 600	708	661
1150	1120	3 980	13 200	39 800	1820*	1096
1110	3550	39 800*	25 100*	87 100*	—	1780

Примечание. Цифры, отмеченные звездочкой, найдены путем экстраполяции.

Как уже было упомянуто, все образцы горных пород при быстром охлаждении застывали в аморфном стекловидном состоянии. Однако, из наших измерений можно заключить, что базальт и диабаз при медленном охлаждении имеют склонность кристаллизоваться. Действительно, при измерении вязкости этих пород при температурах ниже 1200° была обнаружена их пластичность, связанная с аномалией вязкости. Вязкость оказалась не постоянной, а уменьшающейся с увеличением скорости вращения цилиндра вискозиметра, что свойственно коллоидным растворам и дисперсным системам. Одновременно наблюдалось также и появление предельного напряжения сдвига.

Пластичность при высоких температурах наблюдали впервые М. Воларович и Д. Толстой ([4]) при изучении системы $NaPO_3$-$NaBO_2$, затем М. Воларович ([5]) обнаружил это явление при исследовании вязкости расплавленных шлаков, причем в этих случаях пластичность несомненно была связана с кристаллизицией. У диабаза и базальта, повидимому также в условиях медленного охлаждения, в данном приборе при температуре около 1200° для диабаза и около 1150° для базальта начала выкристаллизовываться первичная фаза. В этих условиях уже нельзя говорить о вязкости, как об определенной физической величине, во первых, ввиду ее аномалии, а во вторых, ввиду того, что при различных скоростях охлаждения вероятно получится различная картина. Исследования в этом направлении продолжаются.

Андезит и тешенит не обнаружили подобных явлений, откуда можно заключить, что они обладают небольшой склонностью кристаллизоваться и легко переохлаждаются в стекло. Вышеизложенные факты вполне согласуются с современными представлениями об условиях образования аморфных стекловидных тел. Действительно у вязких расплавов андезита и тешенита молекулы обладают малой подвижностью и не успевают ориентироваться в кристаллическую решотку. Наоборот, в жидких расплавах базальта и диабаза, вследствие большой подвижности молекул кристаллизационная способность оказывается гораздо больше.

При выполнении настоящей работы мне оказали помощь при измерениях и вычислениях А. В. Зверев и Д. М. Толстой, за что и выражаю им свою глубокую признательность.

Физико-химический сектор
Института прикладной минералогии.
Москва.

Поступило
11 II 1934.

MINÉRALOGIE

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA VISCOSITÉ DE ROCHES FONDUES

Par M. VOLAROVIČ

(Presenté par A. Borissiak, de l'Académie, le 11. II. 1934)

RÉSUMÉ

La méthode de détermination de la viscosité à hautes températures de Volarovič, basée sur le principe des cylindres concentriques, a été appliquée à l'etude de roches fondues dans l'intervalle de température de 1100 à 1400°. On a étudié les roches suivantes: le basalte transcaucasien, le téchénite de Coursébi, l'andésite de Casbec, le diabase d'Olonetz et un alliage d'andésite avec 16% de $Ca(OH)_2$. Les analyses sont données dans la table 1. Les résultats des mesures sont représentés dans la table 2 et sur la figure dans le texte russe, d'ou l'on peut voir que c'est l'andésite qui a la plus grande viscosité. Vient ensuite le téchénite et en dernier lieu le diabase et le basalte dont les courbes coïncident au dessus de 1200°. L'addition de $Ca(OH)_2$ à l'andésite fait diminuer la viscosité de 15 à 20 fois. Au dessous de 1200° le diabase et le basalte manifestent une plasticité liée à la cristallisation, à cause de laquelle leur courbes font un brusque coude à la dite température.

Section de Chimie physique
de l'Institut de Minéralogie appliquée.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 11. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITÉRATURE CITÉE

[1] C. Doelter u. H. Sirk. Sitz.-Ber. d. Wien. Akad., 120, 658, 1911 (измерили вязкость диопсида при температурах от 1280 до 1300°). — М. Воларович. ЖФХ, 4, 807, 1933 (измерил вязкость базальта в интервале температур от 1400 до 1100°). [2] М. Воларович. ЖПФ, 5, 185, (1928); 6, 68 (1929); 6, 131, (1929). — М. Воларович и Д. Толстой. ИМЕН, № 9, 897, (1930). [3] S. English. Journ. Soc. Glass Techn., 8, 205 (1924); 9, 83 (1925). — G. Gehlhof u. M. Thomas. Z. f. Techn. Phys., 7, 260 (1926). [4] М. Воларович и Д. Толстой. ДАН, 1932, стр. 269. [5] М. Воларович. ЖФХ, 4, 807 (1933).

ХИМИЯ

К. М. ГОРБУНОВА и Ц. А. АДЖЕМЯН

ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

IV. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ ОСАДКИ АЛЮМИНИЯ ИЗ РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЕЙ ($AlCl_3$ -NaCl)*

(Представлено академиком В. А. Кистяковским 23 I 1934)

В предыдущем исследовании одного из авторов ([1]) настоящей работы было показано, что характер структуры первичного слоя серебра, при электролизе расплавленных солей, связан с наличием небольшого числа кристаллических зародышей, вырастающих в кристаллиты большого размера. Отсутствие многочисленных неразвившихся кристалликов, почти

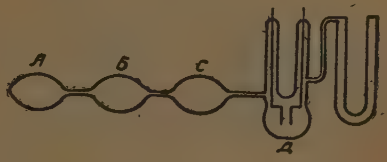
* Из серии работ ЛАКЭ. См. предыдущую статью: III. К. М. Горбунова. Известия Академии Наук СССР по Отд. мат. и естеств. наук, 1933, стр. 255.

всегда имеющих место в первичном слое осадков, полученных из водных растворов, объяснялось высокой температурой электролиза, превышающей температуру рекристаллизации металла. Вместе с тем, благодаря трудностям изготовления шлифа осадка для микроисследования, не был решен вопрос о направленности роста кристаллитов, первичного слоя.

В настоящей работе исследованию были подвергнуты осадки алюминия, полученные при электролизе системы $AlCl_3$-NaCl в условиях высокой чистоты электролита. Температура электролиза была ниже температуры рекристаллизации осаждаемого металла (t° рекристаллизации = 150° C) или незначительно превышала последнюю.

Первые опыты были проведены при использовании методики работы и способа очистки $AlCl_3$,* разработанных В. А. Плотниковым, В. П. Машовец и Н. С. Фортунатовым (²).

Однако, ряд причин: 1) изменение концентрации системы $AlCl_3$-NaCl во время электролиза (ввиду улетучивания $AlCl_3$), 2) недостаточность очистки и 3) проникновение влаги в электролит, заставили нас перейти к более совершенным способам очистки электролита и ведения процесса электролиза.



Фиг. 1. Схема прибора для очистки электролита и для электролиза.

Fig. 1. Schéma de l'appareil servant à l'épuration de l'électrolyte et à l'électrolyse.

Методика, разработанная нами, заключалась в следующем. Определенное количество очищенного предварительно** хлористого алюминия помещалось в шарик (*A*) дестилляционного прибора (см. схему прибора на фиг. 1.), в этот же шарик добавлялись хлористый натрий и стружки металлического алюминия.

Прибор запаивался с одного конца и присоединялся (тоже припаиванием) к сосуду для электролиза (*D*). Хлористый алюминий последовательно перегонялся, путем подогрева, сначала в шар (*B*), затем в шар (*C*), где предварительно помещалось взвешенное количество обезвоженного хлористого натрия (марки „Кальбаум"). Приемники (*B*) и (*C*) во время перегонки в них охлаждались проточной водой. Шары (*A*) и (*B*) после отгонки из них хлористого алюминия последовательно отпаивались. Полученная таким образом смесь $AlCl_3$ и NaCl плавилась и переливалась в электролизер. После этого шар (*C*) отпаивался, и электролизер погружался в парафиновый термостат. Припаянная к электролизеру открытая хлоркальциевая трубка предохраняла электролит от влаги как во время перегонки, так и при электролизе. Препарат хлористого алюминия, очищенный описанным способом, в большинстве случаев имел белоснежный вид. В некоторых случаях при повышенной температуре конденсировался препарат желтого цвета. Впрочем, окраска исчезала при сплавлении с хлористым натрием.

Состав электролита определялся взвешиванием исходных материалов и остатков хлористого алюминия в отпаиваемых шарах.

* Пользуемся случаем выразить благодарность заведующему Электролизной секцией НИИСалюминия инж. В. П. Машовец за помощь при предварительной очистке препарата $AlCl_3$, проведенной на Опытном заводе НИИСалюминия.

** Хлористый алюминий очищался, как указано выше, на Опытном заводе НИИСалюминия путем нагрева под давлением до 200°C в присутствии алюминиевых стружек с последующей перегонкой.

В качестве электродов использовались пластинки из прокатанного алюминия (99.861% Al) размером в 4 см². Электроды спаивались с платиновыми отводами, впаянными в электролизер на расстоянии 1.8—2 см друг от друга, как это видно из фиг. 1 (*D*). Перед опытом отполированный катод промывался разведенной соляной кислотой и тщательно высушивался.

Электролиз проводился с электролитами трех составов: 1) 19% NaCl : 81% $AlCl_3$; 2) 52 NaCl : 48 $AlCl_3$; 3) 40 NaCl : 60 $AlCl_3$. Температура изменялась в отдельных опытах от 130 до 210°C. Плотность тока варьировалась от 0.2 до 0.002 А/см². Длительность электролиза соответствовала прохождению ~ 0.1 Ah/см².*

Полученные осадки алюминия промывались сухим нитробензолом или сухим эфиром, так как вода разлагала хлористый алюминий. Некоторые осадки подвергались микроскопическому и рентгенографическому исследованию.

Первые опыты, проведенные нами по методу, описанному в упомянутой выше работе В. А. Плотникова, В. А. Машовец и Н. С. Фортунатова, находились в согласии с результатами указанных исследователей. На алюминиевом катоде всегда с самого начала электролиза выделялись дендриты. В случае выше указанных систем (при плотности тока 0.2 А/см²) получались крупные, сильно разветвленные дендриты, которые при промывания электрода легко отделялись от него.

Ввиду отмеченных выше недостатков этой методики, мы перешли к опытам с описанным нами прибором. Результаты опытов следующие:

В опытах с электролитом состава 19% NaCl, 81% $AlCl_3$ варьировались температура и плотность тока (D_k). При 165° С изменение D_k от 0.2 до 0.010 А/см² приводило к уменьшению размеров дендритов, растущих перпендикулярно к катоду и легко отпадавших от него. При этом отмечается образование первичного плотного слоя. Уменьшение D_k до 0.002 А/см² (при 170° С) вызывало образование тонкого непрочного и рыхлого слоя черного цвета. На нем вырастали тонкие иглы дендритов; предварительная обработка катода путем анодного растворения не изменяла результатов. Повышение температуры до 200° С ($D_k = 0.025$—0.010 А/см²) вызывало переплетание дендритов друг с другом, причем осадок удерживал большие количества электролита при удалении его из ванны. При $D_k = 0.002$ А/см² осадки сходны с полученными при 165° С.

Для электролита состава 52% NaCl, 48% $AlCl_3$ были получены приблизительно такие же результаты. Температура электролиза изменялась от 180 до 230° С и плотность тока от 0.2 до 0.002 А/см².

Применение электролита состава 40% NaCl, 60% $AlCl_3$ привело к несколько иным результатам. При температуре ~ 150° С понижение D_k от 0.2 до 0.002 А/см² вызывало утолщение первичного слоя при уменьшении размеров кристаллитов, составляющих его, и задерживало дендритообразование. Предварительная обработка катода путем анодного растворения вызывала образование более плотного и толстого первичного слоя (при $D_k = 0.002$ А/см²). Понижение температуры до 120° С повидимому способствовало образованию плотного и толстого осадка при $D_k = 0.002$ А/см². В этом случае толщина плотного слоя достигала 0.15 мм.

Полученные блестящие осадки электролитического алюминия с течением времени покрывались пленкой окиси алюминия.

Предварительная обработка катода путем анодного растворения приводила к образованию осадков, более прочно держащихся на основном катоде. В большинстве же случаев осадок без труда отделялся от электрода, в виде тонкой пластинки.

Шлифы срезов катодных осадков, перпендикулярных к плоскости катода, исследовались под микроскопом (см. фиг. 2.). Выявить структуру слоя травлением не удавалось (тогда как основной катод сильно подвергался действию травителя).

* В ряде опытов время электролиза удлинялось до появления дендритов.

Рентгенографическое исследование осадка алюминия (отделенного от основного катода), просвеченного пучом рентгеновых лучей (молибденовый антикатод) под углом в 9° к плоскости осадка, привело к обычной дебаевской рентгенограмме для крупно-кристаллического алюминия. Фазер-структуры не было найдено. Очевидно, рост первичного слоя осадка, даже при температуре ниже температуры рекристаллизации, не имел преимущественных направлений. Размер кристаллов, составляющих осадок, согласно полученным рентгенограммам, лежит в пределах от 10^{-2} до 10^{-3} мм, т. е. значительно больше, чем это имеет место для осадков алюминия, полученных при температуре 20° C из органических соединений ([3]).

Фиг. 2. Микрофотография шлифа осадка, полученного из электролита 40% NaCl, 60% $AlCl_3$ при t°155°C и $Dk = 0.002$ А/см² на катоде, предварительно обработанном путем анодного растворения × 375. Толщина слоя ∼0.15 мм.

Fig. 2. Microphotographie d'une préparation du dépôt obtenu de l'électrolyte 40% NaCl, 60% $AlCl_3$ à 155°C et pour $D_k = 0.002$ A/cm² avec une cathode traitée au préalable à la dissolution anodique. Grossissement 375. Epaisseur de la couche ∼ 0.15 m.

Рассмотрение полученных результатов приводит к заключению, что:

1) Понижение плотности тока всегда ведет к появлению более мелких кристаллов и понижает дендритообразование.

2) Оптимальный состав электролита лежит, повидимому, в области эквимолекулярной смеси NaCl - $AlCl_3$.

3) Обработка катода путем анодного растворения облегчает образование прочного осадка.

4) Понижение температуры способствует образованию более компактного (без дендритов) осадка.

5) Путем рентгенографического исследования установлено отсутствие направленности в росте кристаллов осадка.

6) Размеры кристаллитов электролитического осадка лежат в пределах от 10^{-2} до 10^{-3} мм.

В заключение считаем своим долгом поблагодарить акад. В. А. Кистяковского за постоянный интерес и внимание к настоящему исследованию.

П. Д. Данкова благодарим за ценные указания и помощь, оказанную при рентгенографическом исследовании осадков, проведенном в Физическом отделе Физико-математического института Академии Наук СССР.

Коллоидо-электрохимическая лаборатория
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
23 I 1934.

CHIMIE

ÉLECTROCRISTALLISATION DES MÉTAUX

IV. STRUCTURE DE L'ALUMINIUM DÉPOSÉ DANS L'ÉLECTROLYSE DE SELS EN FUSION ($AlCl_3$ - NaCl) *

Par K. GORBUNOVA et Z. ADŽEMIAN

(*Presenté par V. Kistiakovskij, de l'Académie, le 23. I. 1934*)

Dans un précédent travail de l'un des auteurs (1) de la présente notice, il a été démontré que le caractère de la structure de la couche primaire primaire d'argent dans l'électrolyse de sels en fusion tient à la présence d'un petit nombre de germes cristallins, arrivant à former des cristallites de grandes dimensions. L'absence des nombreux petits cristaux rudimentaires se trouvant presque toujours dans la couche primaire des précipités obtenus de solutions aqueuses, y est expliquée par la haute température de l'électrolyse, excédant la température de recristallisation du métal. D'autre part, à cause des difficultés que comporte la préparation de sections du dépôt pour l'investigation microscopique, le problème de la direction propre à la croissance des cristallites de la couche primaire n'a pu être résolu.

Les expériences ci-dessous ont été entreprises sur des dépôts d'aluminium obtenus par électrolyse du système $AlCl_3$ - NaCl, dans des conditions de haute pureté de l'électrolyte, la température de l'électrolyse étant inférieure à la température de recristallisation du métal déposé (laquelle est de 150° C) ou l'excédant de bien peu.

Les premières expériences furent effectuées en faisant usage de la méthode de travail et du procédé d'épuration de $AlCl_3$, élaborés par V. Plotnikov, V. Mašovec et N. Fortunatov (2).

Toutefois, une série de raisons, à savoir: 1) altération de la concentration du système $AlCl_3$ - NaCl au cours de l'électrolyse, par suite de volatilisation de l'$AlCl_3$, 2) insuffisance de l'epuration et 3) pénétration d'humidité dans l'électrolyte, nous ont amenés à adopter des moyens plus perfectionnés d'épuration de l'électrolyte et de réglementation du processus électrolytique.

La méthode développée par nous se présente comme suit. On introduit dans le ballon (*A*) d'un appareil distillatoire (v. le schéma de l'appareil à la fig. 1, p. 565) une quantité déterminée de chlorure d'aluminium ** purifié au préalable, puis l'on ajoute dans le même ballon du chlorure de sodium et des copeaux d'aluminium métallique.

L'appareil était soudé à un bout et joint par soudure également au vase servant à l'électrolyse (*D*). La chlorure d'aluminium était successivement distillé par voie de réchauffement, d'abord dans le ballon (*B*), ensuite dans le ballon (*C*), où une quantité pesée de chlorure de sodium déshydraté (marque „Kahlbaum") avait été introduite au préalable. Les réservoirs collecteurs (*B*) et (*C*) étaient refroidis pendant la distillation par de l'eau courante. Les ballons (*A*) et (*B*) étaient successivement dessoudés après expulsion par distillation du chlorure d'aluminium. Le mélange de $AlCl_3$

* De la série des travaux du Lab. d'Electrochimie des Colloïdes. Voir l'article précédent de K. Gorbunova, Bulletin de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, Classe des Sciences mathématiques et naturelles, 1933, p. 255.

** Le chlorure d'aluminium était épuré à l'usine d'expériences de l'Institut d'Étude scientifique de l'Aluminium, par voie d'échauffement sous pression à 200° C, en présence de copeaux d'aluminium, avec distillation subséquente.

et NaCl, ainsi obtenu, était fondu et transvasé dans un électrolyseur Le ballon (*C*) était ensuite dessoudé et l'électrolyseur immergé dans un thermostat à paraffine. Un tube de chlorure de calcium ouvert, soudé à l'électrolyseur, préservait l'électrolyte de l'humidité pendant la distillation et pendant l'électrolyse. La préparation de chlorure d'aluminium, purifiée par le procédé décrit, était d'une blancheur de neige dans la plupart des cas. Quelquefois, à une température élevée, une substance de couleur jaune se condensait. La teinte disparaissait au reste, du fait de la fusion avec du chlorure de sodium.

La composition de l'électrolyte était déterminée par des pesées des matériaux à l'état initial et du résidu de chlorure d'aluminium dans les ballons dessoudés.

On employait en qualité d'électrodes des plaques d'aluminium laminé (99.861% d'Al) d'une superficie de 4 cm². Les électrodes étaient jointes par soudure avec des conduits de platine soudés dans l'électrolyseur. à 1.8—2 cm de distance l'un de l'autre, comme il est indiqué sur la fig. 1 (*D*), Les cathodes polies étaient lavées au préalable à l'acide muriatique dilué et soigneusement séchées.

L'électrolyse était pratiquée sur trois électrolytes de composition différente: 1) 19% NaCl:81% $AlCl_3$; 2) 52 NaCl:48 $AlCl_3$; 3) 40 NaCl:60 $AlCl_3$.

La température variait d'une expérience à l'autre dans les limites de 130 à 210° C, et la densité du courant de 0.2 à 0.002 A/cm². La durée de l'électrolyse correspondait au passage de $\sim$ 0.1 Ah/cm².*

Les dépots d'aluminium obtenus étaient lavés au nitro-benzène sec ou à l'éther sec, vu que l'eau décomposait le chlorure d'aluminium. Certains dépôts étaient soumis à un examen microscopique et radiographique.

Nos premières expériences, effectuées selon la méthode décrite dans le travail précité de V. Plotnikov, V. Mašovec et N. Fortunatov ont donné des résultats concordants avec ceux des dits auteurs. Chaque fois dès le début de l'électrolyse des dendrites se formaient sur la cathode d'aluminium. Dans le cas des systèmes ci-dessus mentionnés, avec une densité de courant de 0.2 A/cm², de gros dendrites ramifiés étaient obtenus, se détachant facilement de l'électrode au lavage.

Vu les défauts de cette méthode que nous avons signalés, nous passâmes aux expériences avec l'appareil décrit plus haut. En voici un bref résumé:

Dans les expériences avec un électrolyte de la composition: 19% de NaCl, 81% de $AlCl_3$ on faisait varier la température et la densité du courant (D_k). A 165° C la variation de D_k de 0.2 à 0.010 A/cm² amenait une diminution des dendrites croissant perpendiculairement à la cathode et s'en détachant facilement. En même temps la formation d'une couche primaire dense est à signaler. Un abaissement de D_k jusqu'à 0.002 A/cm² (à 170° C) conduisait à la formation d'une couche noire fragile et friable. De fines aiguilles de dendrites s'y mettaient à croître; un traitement préalable de la cathode au moyen de dissolution anodique ne changeait rien aux résultats. Une hausse de température à 200° C (D_k = 0.025—0.010 A/cm²) provoqait un enchevètrement des dendrites. le dépôt retenant de grandes quantités de l'électrolyte lorsqu'il était enlevé du bain, Pour D_k = 0.002 A/cm² les dépôts sont semblables à ceux obtenus à 165° C.

Pour un électrolyte de la composition: 52% de NaCl, 48% de AlCl les résultats ont été tous pareils. La température de l'électrolyse variait de 180 à 230° C et la densité du courant de 0.2 à 0.002 A/cm².

L'application d'un électrolyte composé de 40% NaCl, 60% $AlCl_3$ a fourni des résultats quelque peu différents. A une température de près de 155° C un abaissement de D_k allant de 0.2 à 0.002 A/cm² produisait un épaississement de la couche primaire avec une diminution en grandeur des cristallites la composant et entravait la formation

* Dans une série d'expériences la durée de l'électrolyse était prolongée jusqu'à l'apparition de dendrites.

des dendrites. Un traitement préalable de la cathode par dissolution anodique amenait la formation d'une couche primaire plus dense et plus épaisse (pour $D_k = 0.002$ A/cm²). L'abaissement de la température jusqu'a 120° C contribuait apparemment à la formation d'un dépôt dense et épais pour $D_k = 0.002$ A/cm². Dans ce cas l'épaisseur de la couche dense atteignait 0.15 mm.

Les dépots brillants d'aluminium électrolytique obtenus se revêtissaient avec le temps d'une pellicule d'alumine.

Le traitement préalable de la cathode par voie de dissolution anodique contribuait à la formation de dépôts plus solidement adhérents à la cathode fondamentale. Mais dans la plupart des cas, le dépôt se détachait facilement de l'électrode en forme d'une mince lamelle.

Des sections polies du dépôt cathodique perpendiculaires à la surface de la cathode étaient examinées au microscope (v. fig. 2, p. 567). On n'est pas parvenu à élucider la structure de la couche par voie de décapage (tandis que la cathode fondamentale en subissait fortement l'action).

L'étude radiographique du dépôt d'aluminium (séparé de la cathode), soumis à l'examen au moyen d'un faisceau radioscopique (anticathode de molybdène), sous un angle de 9° avec la surface du dépôt, aboutit à l'habituel radiogramme de Debye pour l'aluminium à grosse structure cristalline. Il n'a pas été trouvé de structure filamenteuse. Evidemment, la croissance de la couche primaire du dépôt, même à une température inférieure à la température de recristallisation, n'avait pas de directions prépondérantes. Les dimensions des cristaux constituant le dépôt suivant les radiogrammes obtenus tiennent dans les limites entre 10^{-2} et 10^{-3} mm, c'est à dire qu'ils sont considérablement plus grands que dans les dépôts d'aluminium obtenus à la température de 20° C de composés organiques [3].

De l'examen de nos résultats les conclusions suivantes se dégagent:

1) La diminution de la densité du courant a pour résultat l'apparition de cristaux plus menus et affaiblit la formation des dentrites.

2) La composition optima de l'électrolyte se trouve, apparemment, dans la région équimoléculaire du mélange $NaCl$ - $AlCl_3$.

3) Le traitement de la cathode par voie de dissolution anodique facilite la formation d'un dépôt solide.

4) L'abaissement de la température favorise la formation d'un dépôt plus compact (sans dendrites).

5) On a constaté à l'aide d'un examen radiographique l'absence de toute orientation spéciale dans la croissance des cristaux du dépôt.

6) Les dimensions des cristallites du dépôt électrolytique tiennent dans les limites de 10^{-2} à 10^{-3} mm.

Pour terminer, nous nous faisons un devoir d'exprimer notre gratitude à V. Kistiakovskij, de l'Académie, pour l'intérêt témoigné à nos travaux et de remercier P. Dankov pour ses précieux conseils et pour l'assistance prêtée pendant les recherches radiographiques effectuées dans la section de Physique de l'Institut physico-mathématique de l'Académie des Sciences de l'URSS.

Laboratoire d'Electrochimie des Colloides
de l'Académie des Sciences.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 23. I. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATURE CITÉE

[1] К. М. Горбунова. Известия Академии Наук СССР по Отд. мат. и естеств. наук, 1933, стр. 255. K. Gorbunova. Bulletin de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, Classe des Sciences mathématiques et naturelles, 1933, p. 255. [2] Журнал химической промышленности, 1930, № 24, стр. 1476. Journal de l'Industrie chimique, 1930, № 24, p. 1476. [3] Keyes, Swann, Klabund, and Schiekter. Ind. & Eng. Chemistry, **20**, 1068 (1928).

ХИМИЯ

В. И. НИКОЛАЕВ и С. А. ГЛИНСКИХ

ОКСИХЛОРИД КАЛЬЦИЯ $3Ca(OH)_2 . CaCl_2 . 11H_2O$

(Представлено академиком Н. С. Курнаковым 3 II 1934)

Среди оксихлоридов кальция Дитте ([1]) упоминает два состава: $3CaO . CaCl_2 . 16H_2O$ и $3CaO . CaCl_2 . 15H_2O$.

После, система CaO-H_2Cl_2-H_2O (25°) изучалась Шрейнемакерсом и Фиджи ([2]), а затем Миликаном ([3]).

Шрейнемакерс нашел оксихлорид кальция состава $4CaO . CaCl_2 . 14H_2O$.

Не соглашаясь с этой формулой, Миликан дает этому оксихлориду вновь формулу $3CaO . CaCl_2 . 16H_2O$.

В прилагаемой диаграмме (стр. 572)* тройной системы CaO-H_2Cl_2-H_2O (25°) Миликан констатирует наличие при 25° двух оксихлоридов: шестнадцати-водного и двух-водного. Последний подтверждается разными авторами и не вызывает сомнений, чего нельзя сказать относительно оксихлорида, которому различные исследователи приписывали то 14, то 15, то 16 молекул кристаллизационной воды.

Стремясь выяснить истинный состав вышеуказанного оксихлорида кальция, мы получили два равновесных раствора (при 25°), отвечающих диаграмме, данной Миликаном кристаллизации шестнадцати-водного оксихлорида, и анализируя далее смеси твердой и жидкой фаз, определили по методу остатка Шрейнемакерса ту точку, состав которой должен отвечать составу истинной твердой фазы.

Таблица 1

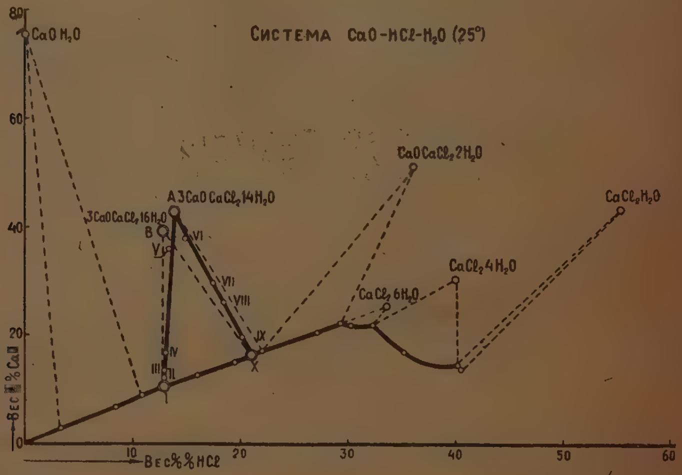
№ точки	Состав жидкой фазы (в весовых %)			Состав жидкой + твердой фаз (в весовых %)		
	CaO	HCl	H_2O	CaO	HCl	H_2O
I . .	10.85	13.85	75.30	—	—	—
II . .	—	—	—	11.30	13.84	74.86
III . .	—	—	—	13.10	13.75	73.15
IV . .	—	—	—	16.50	13.82	69.68
V . .	—	—	—	36.10	13.70	50.20
VI . .	—	—	—	37.85	14.80	48.35
VII . .	—	—	—	28.90	17.51	53.59
VIII . .	—	—	—	26.42	18.15	55.43
IX . .	—	—	—	19.90	20.05	60.05
X . .	10.40	21.05	62.55	—	—	—

[1] Мы сохранили чертеж Миликана, где в системе прямоугольных координат нанесены лишь весовые проценты HCl и CaO (вода — по остатку до 100%). Полное изображение данной тройной системе в системе 3 координат не дает преимуществ, так как трактуемые явления отчетливо выступают лишь при очень большом масштабе чертежа.

Нанеся данные наших анализов на прямоугольную диаграмму по Миликану (см. фиг.), мы видим, что точки I и X выражают состав жидкой фазы и лежат точно на ветви, отвечающей кристаллизации шестнадцативодного оксихлорида по Миликану. Остальные 8 точек располагаются на лучах, соединяющих по Шрейнемакерсу точки состава жидких и отвечающей им твердой фаз.

Эти лучи сходятся в точке *A* (см. фиг.), выражающей состав твердой фазы такого состава:

$$3CaO \cdot CaCl_2 \cdot 14H_2O.$$



Состав же твердой фазы, отвечающей формуле

$$3CaO \cdot CaCl_2 \cdot 16H_2O.$$

выражается точкой *B*, находящейся ниже и левее найденной нами точки *A*.

Точки V, VI, VII и VIII лежат слишком далеко от лучей, соединяющих точки состава жидких фаз с точкой *B*, точкой состава шестнадцативодного оксихлорида, чтобы расхождение с данными Миликана можно было объяснить лишь погрешностями наших аналитических определений.

А так как относительно шестиводного гидрата сернокислого магния $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ теперь по работам академика Н. С. Курнакова и В. И. Николаева ([4]) хорошо известно, что этот гидрат при кристаллизации поглощает до 20% маточного рассола, и определения состава брутто (без поправок на включенный рассол) приводят к неправильной формуле $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (с увеличенным содержанием кристаллизационной воды), то это явление было заподозрено и здесь.

Действительно, игольчатые кристаллы оксихлорида под микроскопом представляются водянопрозрачными, нежной, легко-разрушающейся структуры. Выращивание и вообще оперирование с этими кристаллами весьма затруднительно.

Уже при стоянии в колбе кристаллы слеживаются, образуя матовую волокнистую массу.

Поэтому, мы решили определить истинный состав оксихлорида еще и другим путем, внеся в анализ кристаллов оксихлорида брутто поправки на включенный маточный рассол.

В жидкую фазу пред началом кристаллизации оксихлорида было введено незначительное количество J.

После установления равновесия при 25° между жидкой и твердой фазами, они были по отдельности проанализированы на состав и на содержание в них иода.

Таблица 2

Состав жидкой фазы (весовые %)				Состав твердой фазы без поправок (весовые %)				Состав твердой фазы после поправок на включенный рассол (весовые %)		
J′	CaO	$CaCl_2$	H_2O	J′	CaO	$CaCl_2$	H_2O	CaO	$CaCl_2$	H_2O
0.178	0.123	21.10	78.78	0.027 и 0.029 Среднее 0.028	25.94	20.84	По остатку 53.22 Непосредственным высушиванием до 200° 54.02	25.92	17.47	40.65

Очевидно, зная содержание иода в одной жидкой фазе и определив его концентрацию в составе твердой фазы, можно вычислить и количество включенного в нее маточного рассола.

После внесения вышеуказанных поправок, эмпирический состав оксихлорида нам представился в следующем виде:

$$2{,}94CaO \cdot CaCl_2 \cdot 14.3H_2O,$$

т. е. весьма близким к составу оксихлорида, найденному по методу Шрейнемакереа.

Далее, высушивая оксихлорид в эксикаторе над крепкой серной кислотой продолжительное время, мы получили лишь 46.06% H_2O, вместо ожидаемых 53.22% (см. табл. 2).

Отсюда можно было допустить, что в оксихлориде вода заключена частью в виде кристаллизационной воды, частью же в виде конституционной.

Так как по отношению концентраций иода в жидкой и твердой фазах можно определить, что кристаллы оксихлорида содержали 15.96% маточного рассола, то отсюда вычисляется: $\frac{53.22 \cdot 15.96}{100} = 8.49\%$ воды, внесенной в кристаллы с маточным рассолом.

Если формулу $3CaO \cdot CaCl_2 \cdot 14H_2O$ представить в виде $3Ca(OH)_2 \cdot CaCl_2 \cdot 11H_2O$, то в этой последней формуле на одиннадцать молекул кристаллизационной воды вычисляется 37.27% (весовых) H_2O.

37.27% H_2O кристаллизационной + 8.49% H_2O, внесенной в кристаллы оксихлорида с маточным рассолом, составляют 45.96% H_2O.

Непосредственное же высушивание над серной кислотой в эксикаторе, согласно выше сказанному, дало 46.06% H_2O.

Таким образом, есть основание найденному нами четырнадцати-водному оксихлориду приписать формулу одиннадцати-водного гидрата, включив три молекулы воды в состав конституционной воды при CaO.

Истинная формула оксихлорида кальция, таким образом, должна быть:

$$3Ca(OH)_2 . CaCl_2 . 11H_2O.$$

Уральский филиал
Академии Наук.
Свердловск.

Поступило
3 II 1934.

CHEMISTRY

CALCIUM OXYCHLORIDE $3Ca(OH)_2 . CaCl_2 . 11H_2O$

By V. NIKOLAJEV and S. GLINSKICH

(*Communicated by N. Kurnakov, Member of the Academy, 3. II. 1934*)

SUMMARY

The calcium oxychloride with the formula $3CaO . CaCl_2 . 16 H_2O$ described by Ditte, Schreinemakers, and Milikan, according to the investigations of Nikolajev and Glinskich must have the following formula: $3Ca(OH)_2 . CaCl_2 . 11H_2O$. The crystals of calcium oxychloride contain up to 16% of mother liquor. The determinations of gross weight give increased crystallization water content of the crystals. Allowances for the included mother liquor being made, we obtain the following formula: $3CaO . CaCl_2 . 14H_2O$. Three molecules of water obtained in the observations must be referred to constitutional water.

Ural Filiation
of the Academy of Sciences.
Sverdlovsk.

Received
3. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Ditte. Z. f. anorg. Chem., 3, 34 (1893). [2] A. H. Schreinemakers & Th. Figee. Chem. Weekbl., 683 (1911). [3] I. Milikan. Z. f. physik. Ch., 92, 59 (1918). [4] Н. С. Курнаков и В. И. Николаев. Процесс испарения морской воды. Доложено на 7 Менделеевском съезде (поступает в печать).

ХИМИЯ

В. С. САДИКОВ и Е. В. ЛИНДКВИСТ-РЫСАКОВА

ОТНОШЕНИЕ ДИАМИНОКИСЛОТ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ К ПЕРМУТИТУ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 15 II 1934*)

Аммиак поглощается из водных растворов не только синтетическим пермутитом Ганса, но и пермутитом, приготовленным из уртитовых хвостов хибиногорского нефелина. Поглощение однако происходит не до конца, а лишь на 96.5%, причем для наиболее полного поглощения необходимо на каждые 5 мг аммиака брать 1 г пермутита. Нефелиновый пермутит может также поглощать аммонийный ион из растворов сернокислых солей аммония и натрия даже при наличии избыточного количества сернокислого натра. На этом свойстве пермутита Фолин (1) разработал способ определения аммиака в моче, а Викери и Пюхер (2) в листьях табака. Уайтхорн (3) показал, что базические аминокислоты поглощаются пермутитом, тогда как аммиак не удерживается им. Азотистые основания с константой диссоциация свыше $5 \cdot 10^{-9}$ задерживаются пермутитом. Протеины, обладающие достаточной основностью, удерживаются пермутитом и освобождаются от него при помощи аммиака, при 0° С, тогда как насыщенный раствор NaCl, 90% фенол, 50% пиридин и 5% NH_4Cl не освобождают белка от пермутита [В. Туиди и М. Ториджи (4)]. Феликс и Ланг (5) показали, что аргинин, орнитин и гистидин поглощаются пермутитом, хотя значительно в меньшей степени, чем аммиак. Иногда удавалось достигнуть около 50% поглощения хлоргидратов диаминокислот; при этом оказалось, что температура мало влияет на ускорение поглощения, и что около 75% всего поглощаемого вещества при 32° поглощается в течение первых 5 минут и что после 5 часов достигается равновесие. Орнитин поглощается в большей степени, чем аргинин.

Каппелер, Адлер и Штерн (6) применили пермутит для разделения азотистых веществ мышечных экстрактов, а именно для отделения карнитина от более слабых мышечных оснований; однако выяснилось, что карнитин захватывается пермутитом лишь незначительно. По опытам Каппелер, Адлер и Штерн хлоргидрат триметиламина поглощается пермутитом не нацело, а лишь в количестве 25.5%, а хлоргидрит диэтиламина лишь в количестве 26.1%. Полнота пермутитного поглощения различных веществ зависит не только от их природы, но и от физических свойств, химического строения и происхождения пермутита.

Нефелиновый пермутит был приготовлен нами следующим образом: 1 к нефелина после измельчения обрабатывается $1:5H_2SO_4$, и в горячем виде смесь была процежена через холст, по охлаждении образуется студень. Студень, разрезанный на куски, промывается проточной водой до удаления кислоты и затем подсушивается при 100° С. Затем он обрабатывается 10% NaCl для получения натриевой соли алюмо-кремнекислоты и промывается проточной водой до исчезновения реакции на хлор-ион, подсушивается при 100° до содержания 25% влаги и дигерируется с 10% NaHO, причем берут 65 см³ щелочного раствора на 100 г подсушенного пермутита, при этом удаляется часть гидрата окиси аллюминия. Наконец, пермутит промывают водою до слабо щелочной реакции.

Было исследовано отношение нефелинового щелочного пермутита к гидролизату казеина, полученному при кипячении 10 г казеина с 200 см³ HCl удельного веса 1.19 в течение 18 часов. Условия пермутирования указаны в табл. 1.

Таблица 1

Отношение гидролизата казеина к пермутиту
Verhalten des Kaseinhydrolysats gegenüber Permutit

Исследуемый раствор Untersuchte Lösung	Число см³ раствора Menge d. Lösung in cm³	Число г пермутита Menge d. Permutits in g	Время встряхивания в минутах Zeit d. Schüttelung in Minuten	Отношение фильтрации пермутита к фосфовольфрамовой кислоте Verhalten des Filtrates von Permutit gegen Phosphowolframsäure
Гидролизат слабо щелочной, разбавленный в 500 раз Schwach alkalisches Hydrolysat, 500 mal verdünnt	10	1	20	Муть — Trübung
	10	2	20	Прозрачно — Klar
	10	5	20	Прозрачно — Klar
	25	1	30	Осадок—Niederschlag
	25	2	30	Осадок—Niederschlag
	25	5	30	Осадок—Niederschlag
	25	10	30	Муть — Trüburg
Гидролизат слабо кислый (4 см³ H_2SO_4 1.84 на 100 см³), разбавленный в 500 раз Schwach saures Hydrolysat (4 cm³ H_2SO_4 1.84 auf 100 cm³), 500 mal verdünnt	25	1	25	Большой осадок — Grosser Niederschlag
	25	10	25	Большой осадок — Grosser Niederschlag
	25	20	25	Большой осадок — Grosser Niederschlag

Диаминокислоты почти нацело поглощаются пермутитом при слабо щелочной реакции, но не при слабо кислотной, если взято достаточно пермутита. Диаминокислоты не извлекаются (не элуируются) из пермутита при промывании водою; промывные воды после подкисления не дают осадка с раствором фосфовольфрамовой кислотой. При промывании пермутита с 30% H_2SO_4 происходит элуирование (отдача) диаминокислот; фильтрат дает осадок с фосфовольфрамовой кислотою. Принимая 14.8% азота, содержащегося в казеине, за 100, мы имеем в гидролизате казеина 63.3% азота в виде азота моноаминокислот (не осаждаемых фосфовольфрамовой кислотой) и 34.7% азота в виде азота диаминокислот. Если при обработке гидролизата пермутитом диаминокислоты поглощаются нацело, то мы имеем следующее распределение азота: в виде непоглощаемой пермутитом и неосаждаемой фосфовольфрамовой кислотой части находится 36.5% от всего азота гидролизата и в виде поглощаемой пермутитом части 63.5% азота, из них 34.7% приходится на базический азот, осаждаемый фосфовольфрамовой кислотой и 28.8% на моноаминокислотный азот, захваченный пермутитом. Пермутит захватывает из гидролизата не только все диаминокислоты, но и около половины моноаминокислот.

Пермутиты для извлечения захваченного азота встряхивались последовательно: 1) с водою, 2) с 20% H_2SO_4, 3) с водою, 4) с 10% NaCl. Табл. 2 показывает распределение моноаминоазота и диаминоазота в вытяжках.

Таблица 2

Распределение азота в пермутитовых вытяжках
(Stickstoff-Verteilung in Permutit-Auszügen

Обозначение вытяжки Bezeichnung des Auszugs	Моноаминокислоты в мг Monoaminosäuren in mg	Диаминокислоты в мг Diaminosäuren in mg
Фильтрат от пермутита Filtrat von Permutit	2.16	0.09
1. Водная вытяжка Wässeriger Auszug	0.86	0.24
2. Сернокислотная вытяжка Schwefelsäure-Auszug	0.75	0.65
3. Водная вытяжка Wässeriger Auszug	0.11	0.18
4. Солевая вытяжка Kochsalz-Auszug	0.19	0.13
Сумма Summe	4.07	1.29

Всего азота, осаждаемого из гидролизата фосфовольфрамовой кислотой, было 1.2 мг, а неосаждаемого 2.97 мг. Азот, осаждаемый фосфовольфрамовой кислотою и захватываемый пермутитом, составлял 1.30 мг; неосаждаемого азота в пермутите было 1.91 мг.

Аналогичные опыты были проведены с пермутитами различного происхождения (собственного приготовления, из Института прикладной минералогии, заграничный синтетический), причем характер распределения азота между пермутитом и водной фазой, а также между отдельными вытяжками из пермутита, несколько варьирует в зависимости от происхождения пермутита.

Различными пермутитами диаминокислоты поглощаются в количестве 88 до 93% от всех диаминокислот; моноаминокислот пермутиты захватывает от 50 до 70% от всех моноаминокислот; наибольшее количество моноаминокислот захватывает синтетический (заграничный) пермутит.

Повидимому возможно найти такую рецептуру приготовления пермутита и такого рода его состав, при которых он, при определенных концентрациях щелочности, дает наименьшее поглощение моноаминокислот, при наиболее полном поглощении диаминокислот.

Пермутитный способ разделения аминокислот белковых гидролизатов уже и в настоящем виде может иметь препаративное значение.

Лаборатория белковой химии
Ленинградского научно-исследовательского института
пищевой промышленности.

Поступило
15 II 1934.

CHEMIE

VERHALTEN DER DIAMINOSÄUREN VON EIWEISSHYDROLYSATEN GEGEN PERMUTIT

Von V. SADIKOV (SSADIKOW) und E. LINDQUIST-RYSAKOVA

(*Vorgelegt von A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 15. II. 1934*)

ZUSAMMENFASSUNG

Aus Urtitabfällen des Nephelins von Chibinogorsk hergestelltes Permutit ist imstande Ammoniak aus wässerigen Salzlösungen im Betrage von ca. 96% zu fixieren.

Permutit sorbiert aus Kaseinhydrolysaten bis 93% der gesamten Diaminosäuren und etwa die Hälfte der gesamten Monoaminosäuren. Die vom Permutit sorbierten Diaminosäuren können nur in geringem Masse mit Wasser ausgewaschen werden; das geschieht grösstenteils mit 30%-ger H_2SO_4. Die Herkunft und die Zusammensetzung der Permutite können deren Verhalten gegen Eiweisshydrolysate im Sinne der Fixierung von Mono- und Diaminosäuren bedingen. Das Permutit-Verfahren zur Trennung von Aminosäuren kann eine präparative Bedeutung erlangen.

Laboratorium für Eiweisschemie
des Instituts für Nahrungsmittel-Industrie.
Leningrad.

Eingegangen
d. 15. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Folin. Journ. Biol. Chem., 29, 329 (1917). [2] Vickery & Pücher. Journ. Biol. Chem., 83, 1 (1929). [3] J. Whitehorn. Journ. Biol. Chem., 56, 751 (1923). [4] W. Tweedy. & M. Torigee. Journ. Biol. Chem., 99, 163 (1932). [5] Felix u. Lang. Z. physiol. Chem., 182, 125 (1925). [6] Kappeler, Adler u. Stern. Biochem. Z., 235, 390 (1931). [7] W. Eitel. Physikalische Chemie der Silikate. 1929. [8] Hans. Chemiker Zeitung, 1931, 975; 1932, 208.

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Э. АСРАТЯН

ВЛИЯНИЕ ОДНОВРЕМЕННОЙ ПЕРЕРЕЗКИ ОБОИХ ШЕЙНЫХ СИМПАТИЧЕСКИХ НЕРВОВ НА ПИЩЕВЫЕ УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ У СОБАК

(*Представлено академиком И. П. Павловым 20 II 1934*)

Составной частью учения проф. Л. А. Орбели об автономной нервной системе является адаптационное влияние симпатической нервной системы на центральную нервную систему. Работами Тонких, Кунстман, Крестовникова и Савича, Асратяна и Стрельцова было экспериментально показано, что симпатическая нервная система оказывает адаптационное влияние на спинальные, бульбарные, среднемозговые нервные образования и на большие полушария человеческого мозга. Было твердо установлено, что экстирпация или раздражение симпатических нервных образований существенно изменяет функциональное состояние и работоспособность этих частей центральной нервной системы.

Новейшие работы многих западноевропейских физиологов (Брюкке, Лапик, Кролль, Ахелис и другие) в основном подтвердили данные школы проф. Орбели как по другим вопросам физиологии автономной нервной системы, так и по данной проблеме.

Мною был изучен ряд частных вопросов по влиянию симпатической нервной системы на функциональное состояние и работу высших отделов центральной нервной системы. Для этой цели я, по примеру моей первой работы в этой области, пользовался строго научным и тончайшим методом условных рефлексов.

Тогда как метод простого наблюдения не дает возможности выявлять и более или менее детально изучать тонкие и зачастую глубокие нарушения в деятельности высших отделов центральной нервной системы в результате оперативного вмешательства в области симпатической нервной системы, помощью метода условных рефлексов удается обнаруживать и подробно исследовать ряд тонких и глубоких изменений в высшей нервной деятельности собак в результате оперативного воздействия на шейные симпатические нервы и узлы. В работе представлена дальнейшая разработка ряда вопросов, которые были поставлены и частично разрешены одной моей работой в 1927—1928 гг., выполненной в лаборатории проф. Л. А. Орбели в общей системе работ его школы по автономной нервной системе.

У одной уравновешенной собаки с сильной нервной системой в течение двух лет были подробно исследованы пищевые условные рефлексы, взаимоотношение корковых процессов возбуждения и торможения, влияние экстра-раздражителей, перерыва, гормонов и т. д. После одновременной перерезки симпатических шейных нервов ниже одноименных шейных узлов в течение года и 4 месяцев были исследованы изменения в условно-рефлекторной деятельности собаки.

Основные из них следующие:

1) После одновременной перерезки обоих симпатических нервов на шее положительные условные рефлексы в течение 5—6 месяцев сильно ослабляются, причем в первые 15—20 дней они почти совершенно исчезают. Дифференцированный рефлекс не растормаживается за этот период работы.

2) В противовес условным положительным рефлексам, безусловный рефлекс существенно усиливается в первый месяц, затем с появлением и усилением условных рефлексов он тоже ослабляется.

3) В период наибольшей депресии условно-рефлекторной деятельности кратковременный отдых и препараты брома существенно не улучшали картины. Сильные экстра-раздражители растормаживали хронически заторможенные условные положительные рефлексы.

4) Несмотря на давно начавшееся и быстро прогрессирующее улучшение общего состояния собаки, положительные условные рефлексы достигли относительно лучшего состояния лишь 6—7 месяцев спустя после операции (в смысле величины, стойкости, регулярности рефлексов). Однако специальные функциональные пробы показали, что в этом периоде относительного улучшения условно-рефлекторная деятельность собаки еще существенно отличается от таковой дооперационного периода.

Так:

3—4-дневный перерыв в работе сильно ослабил условные положительные рефлексы (в норме месячные перерывы не оказали ослабляющего влияния на условные рефлексы).

Сильно ослабела способность собаки к сложной синтетической работе (системность) в условно-рефлекторной деятельности.

Экстра-раздражители оказали более сильное влияние на условные рефлексы.

Питуитрин оставлял более длительное ослабляющее действие на условные рефлексы.

Положительные рефлексы угасали быстрее и восстанавливались медленнее, чем в норме.

5) Через год после операции состояние условно-рефлекторной деятельности значительно улучшилось и, судя по новым показаниям только что перечисленных проб, это состояние незначительно отличалось от дооперационного состояния.

В этом периоде контрольная операция (наркоз, разрез кожи бедра, шов) оказала незначительное и кратковременное (5—10 дней) ослабляющее влияние на условно-рефлекторную деятельность.

6) Экстирпация одного верхнего шейного симпатического узла ослабила условно-рефлекторную деятельность значительно сильнее и длительнее, чем контрольная операция, но несравненно слабее, чем одновременная перерезка обоих шейных симпатических нервов. После экстирпации второго верхнего шейного симпатического узла собака погибла (очевидно от воспаления легких).

7) Анализируя полученный экспериментальный материал, можно прежде всего констатировать подтверждение основных данных моей первой работы в этой области. Затем можно сказать с несомненностью, что происшедшие изменения в условно-рефлекторной деятельности нельзя приписывать изменениям в общем состоянии собаки после операции, ибо улучшение общего состояния начинается очень скоро и течет быстро, а состояние условных рефлексов остается тяжелым в течение многих месяцев.

Далее, не исключая возможности вмешательства сосудодвигательных изменений, изменений в гуморальном балансе (gl. thyroidea, hypophysis cerebri, pl. choroideus, gl. pinealis), а также изменения рецепторов в обусловливании описанной картины, я все же прихожу к выводу, что основной причиной всего описанного являются адаптационно-трофические изменения больших полушарий и ниже лежащих нервных образований вследствие перерезки симпатических путей (или экстирпации узлов). Это с одной стороны согласуется с теорией проф. Л. А. Орбели об адаптационном влиянии симпатической нервной системы на центральную нервную систему, а с другой стороны подкрепляет эту теорию.

8) Сопоставляя эти данные с прежними моими данными и учитывая факт сравнительно слабого изменения условно-рефлекторной деятельности собаки после экстирпации верхнего шейного симпатического узла (вторично), прихожу к выводу, что изменения, которые происходят в высшей нервной деятельности собаки после первичной экстирпации верхних шейных симпатических узлов, обусловливаются, главным образом, не самой экстирпацией этих узлов, а перерывом путей для центральных импульсов.

Физиологическая лаборатория
научного института им. Лесгафта.
Ленинград.

Поступило
20 II 1934.

ANIMAL PHYSIOLOGY

THE EFFECT OF A SIMULTANEOUS CUTTING OF BOTH JUGULAR SYMPATHETIC NERVES UPON FOOD CONDITIONED REFLEXES IN DOGS

By E. ASRATĬAN

(Communicated by I. Pavlov, Member of the Academy, 20. II. 1934)

The adaptive influence of the sympathetic nervous system upon the central nervous system is a component part of Prof. L. Orbeli's theory. The investigations of Tonkich, Kunstman, Krestovnikov and Savič, Asratĭan, and Strelcov, have experimentally shown that the sympathetic nervous system has an adaptive influence upon the spinal, bulbar, and midbrain parts of the central nervous system and the great hemispheres of the human brain. It has been firmly established that the extirpation or irritation of sympathetic nerves changes considerably the functional state and capacity for action of these parts of the central nervous system.

Recent investigations of many European physiologists (Brücke, Lapicque, Kroll, Achelis, and others) have in the main borne out the data of Prof. Orbeli's school both with regard to other problems of the physiology of autonomous nervous system and with regard to the present problem.

I have studied a number of minor problems connected with the influence of the sympathetic nervous system on the functional state and work of the higher divisions of the central nervous system. For this purpose, after the example of my first work in this sphere, I used the strictly scientific and accurate method of conditioned reflexes.

While the method of simple observation does not permit to detect and to study in detail the subtle and often profound derangements in the activity of the higher divisions of the central nervous system resulting from surgical interference in the sphere of the sympathetic nervous system, the method of conditioned reflexes enables the investigator to detect and to study in detail a number of subtle and profound changes in the higher nervous activity of dogs resulting from surgical operation upon the jugular sympathetic nerves and ganglia. The present work is a further development of a number of problems which were partially solved by my work of 1927—28 carried out in Prof. Orbeli's laboratory as a component part of a system of investigations of his school on the autonomous nervous system.

The conditioned food reflexes, the interrelation of cortical processes of excitation and inhibition, the influence of extra stimuli, interruption, hormones, etc., were studied in detail in a well-balanced dog with a strong nervous system during two years. The changes in the conditioned-reflex activity of the dog followig a simultaneous cutting of the jugular sympathetic nerves below the jugular sympathetic ganglia were studied for a year and four month.

The principal of these changes are as follows.

1) After a simultaneous cutting of both sympathetic nerves on the neck, the positive conditioned reflexes get considerably weakened for 5—6 months, disappearing almost completely the first 15—20 days. The differentiated reflex does not get disinhibited during this period.

2) In contrast with the positive conditioned reflexes, the unconditioned reflex strengthens substantially in the course ol the first month, but with the formation and strengthening of conditioned reflexes it weaken also.

3) In the period of the greatest depression of conditioned-reflex activity, rest and preparations of bromine did not produce any marked changes for the better. Strong extra stimuli disinhibited the chronicaby inhibited positive conditioned reflexes.

4) In spite of the fact that the improvement in the general state of the dog had begun long ago and was making rapid progress, the positive conditioned reflexes showed a comparative improvement only 6—7 months after the operation (in respect of the magnitude, stability, and regularity of reflexes).

However, special functional tests showed that in this period of comparative improvement the conditioned-reflex activity of the dog still differed considerably from that of the period prior to operation.

Thus:

A 3—4 day interval in the experiment considerably weakened the positive conditioned reflexes (intervals of one month did not exert any weakening influence upon the conditioned reflexes).

The capacity of the dog for a continuous synthetic work (systematism) and conditioned-reflex activity considerably weakened.

Extra stimuli exerted a stronger influence upon the conditioned reflexes.

Pituitrin produced a more prolonged weakening effect upon the conditioned reflexes.

Positive reflexes disappeared quicker and were recovered slower.

5) In a year after the operation the state of the conditioned-reflex activity considerably improved, and to judge by the new data of the above-enumerated tests, this state did nod differ considerably from that prior to operation.

During this period the control operation (narcosis, incision of the skin on the thigh, suture) produced but a slight and short-lived (5—10 days) weakening effect upon the conditioned-reflex activity.

6) The extirpation of one upper jugular sympathetic ganglion weakened the conditioned-reflex activity much more and for a much longer time than the control operation, but incomparably less than a simultaneous cutting of both jugular sympathetic nerves. After the extirpation of the second upper jugular sympathetic ganglion, the dog perished (apparently of pneumonia).

7) Analysing the obtained experimental data, one finds first of all that they corroborate the principal data of my first work on these lines. Further, it may safely be said that the changes in the conditioned-reflex activity cannot be ascribed to the changes in the general state of the dog after the operation, because an improvement of the general state begins very soon and advances quickly, while the state of conditioned reflexes remains bad for many months.

Further, although it is possible that vasomotor changes, changes in the humoral balance (thyroid gland, hypophysis, choroid plexus, pineal gland), as well as changes in receptors, take some part in bringing about the above-described state, I come to the conclusion that the principal cause of this state are adaptive (trophic) changes of the greath emispheres and lower parts of the central nervous system due to the cutting of sympathetic nerves (or the extirpation of ganglia). Such a conclusion is, on

the one hand, consistent with Prof. L. Orbeli's theory of the adaptive influence of the sympathetic nervous system upon the central nervous system, and, on the other hand, corroborates this theory.

8) Comparing these data with my previous data and taking into account the comparatively weak change of conditioned-reflex activity of the dog after the extirpation of the upper jugular sympathetic ganglion (for the second time), I draw the conclusion that the changes taking place in the higher nervous activity of the dog after the first extirpation of the upper jugular sympathetic ganglia are due chiefly not to the extirpation itself, but to the interruption in the transmission of central impulses.

Physiological Laboratory
of the Lesshaft Institute.
Leningrad.

Received
20. II. 1934.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. УДОЛЬСКАЯ

ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 16 II 1934)

Одним из мощных рычагов в вопросе борьбы с засухой является создание засухоустойчивых сортов, способных давать выровненные, высокие урожаи даже при неблагоприятном сочетании климатических факторов.

Просматривая работу селекционеров под углом зрения выполнения директив Партии и Правительства о сокращении сроков выведения и размножения новых сортов до 3—5 лет, мы вынуждены констатировать, что основными каналами потери времени, при создании новых сортов, являются: 1) отсутствие правильной ориентировки при закладке чистых линий, 2) необходимость изучать сорт в течение 5—7 лет, прежде чем дать ему правильную характеристику, 3) отрыв селекции от семеноводства. Причина двух первых дефектов селекционной работы заключается в том, что комплексный метод исследования, на необходимость широкого применения которого со всей категоричностью указывает постановление ЦКК и НК РКИ от 3 V 1931 г., до сих пор не осуществляется в большинстве селекционных учреждений. В частности, работа физиологов еще не вполне перестроена. Существующие при селекцентрах физиологические лаборатории слабо оборудованы и не обеспечены научными кадрами. С другой стороны, центральные учреждения, работающие над проблемой засухоустойчивости, зачастую вынуждены работать не в типических (в климатическом отношении) условиях, со случайными объектами. Такая работа может наметить основную схему, но никогда не даст полного понимания сложного явления засухоустойчивости. Активное участие физиологов в работе селекционеров представляет редкое исключение. Причина пассивности физиологов в этом отношении обычно объясняется отсутствием разработанной методики. В настоящее время среди

физиологов имеется тенденция сосредоточить силы на разработке методических вопросов и уже только после окончания этой работы переходить к непосредственному участию в творческой работе селекционера. Это положение неверно. Выдержанная методика может быть выработана только в процессе самой работы.

Селекционные учреждения, работающие в засушливой зоне, обладают колоссальным сортовым материалом. Комплексная работа с селекционерами в области освоения сортовых особенностей, тесная увязка с агротехниками, агрохимиками, почвоведами и метеорологами в части изучения взаимосвязи между внешними условиями развития и физиологическими процессами — вот наиболее верный путь изучения засухостойчивости и вместе с тем создания теории земледелия в засушливых районах, теории, которая может и дальше играть руководящую роль в деле повышения урожайности социалистических полей.

Западносибирский селекцентр обслуживает Зауралье, Западную Сибирь и Северный Казакстан. Большая часть этой зоны характеризуется засушливым климатом, поэтому борьба за создание засухоустойчивых сортов, отвечающих в то же время основным требованиям социалистического зернового хозяйства, является одним из основных моментов в работе Селекцентра.

Лаборатория физиологии Селекцентра в тесной увязке с лабораторией селекции яровой пшеницы работает над вопросами засухоустойчивости и отзывчивости сортов яровой пшеницы на минеральные удобрения в условиях засушливой зоны.

Данные лабораторных и вегетационных опытов контролируются полевыми опытами и сопоставляются с данными учета хозяйственного опыта совхозов и колхозов, сортоиспытания и контрольных питомников.

Основным методом оценки засухоустойчивости яровой пшеницы является метод испытания на почвенную засуху в вегетационных сосудах, отличающийся от метода завядания, предложенного проф. Максимовым, тем, что опыты проводятся в жестяных сосудах при медленном высыхании почвы, дающем возможность растениям пройти период некоторой закалки, — условия, более приближающиеся к нормальному протеканию почвенной засухи, чем быстрое просушивание в пористых сосудах.

Основные результаты работы по изучению засухойчивости сводятся к следующему:

1) Сравнительная засухоустойчивость сорта является величиной очень изменчивой, зависящей от сочетания внешних факторов, обусловливающих „засуху", от условий развития, предшествующих засухе, и от стадии развития растений. Этим объясняется широко известное среди селекционеров явление „потери засухоустойчивости" при перенесении сорта в другую зону.

2) Сортовые различия сказываются вполне определенно при оценке устойчивости к почвенной засухе растений, находящихся в одной стадии развития. Степень устойчивости не остается постоянной. Сорта, проявляющие максимальную устойчивость в одной стадии, могут стоять на последнем месте по засухоустойчивости в случае смещения засухи.

3) Косвенные методы определения засухоустойчивости своим современным состоянием основаны на методологически неправильном статическом понимании засухоустойчивости и не дают правильной ориентировки в работе селекционеров. Массовые методы оценки появятся в результате изучения сущности засухоустойчивости, как высший этап, переход от сложного к простому через углубленный анализ явления.

4) По поведению во время засухи сорта яровые пшеницы разделяются на 2 основных биотипа:

1-й биотип (представители — *milturum* 0321, *milturum* 05485, *ferrugineum* 01158, *leucurum* 07501, 07500 и др.) при недостатке влаги теряет тургор — „поникает", задерживает развитие, но сохраняет жизнеспособность боковых побегов. После возобновления полива растения этого типа бурно возобновляют рост и, сокращая 2-ую половину вегетации, к созреванию приходят почти одновременно с нормально увлажнявшимися растениями. Растения 1-го биотипа очень засухоустойчивы в стадии кущения и наоборот резко снижают урожай при завядании в стадии формирования колоса. В полевых условиях максимальную засухоустойчивость проявляют в местностях с ранней засухой (захватывающей период кущения) и достаточным увлажнением во второй половине лета. Завядание в стадии кущения вызывает резкое увеличение содержания азота в зерне и изменение внешнего вида зерна (преобладание стекловидных зерен). Абсолютный урожай азота после завядания увеличивается (снижение урожая перекрывается увеличением процента содержания азота).

У 2-го биотипа (представители — *lutescens* 062, *caesium* 0111, *erythrospermum* 0841, 0341, *hordeiforme* 010 и др.) страдания от засухи проявляются в пожелтении и отмирании нижних листьев и боковых побегов, при сохранении тургора в верхней части главного побега. Задержки в развитии не происходит, в отдельных случаях наблюдается ускорение развития под влиянием засухи. После возобновления поливки имеется склонность к образованию подгона. 2-й биотип сильнее первого страдает от засухи в стадии кущения, но превосходит его по устойчивости в более поздние периоды развития. Максимальная устойчивость 2-го биотипа проявляется в местностях с поздней засухой. Склонность к образованию подгона после перенесения засухи в период кущения делает необходимым применение агромероприятий, обеспечивающих достаточное водоснабжение растений в период кущения — выход в трубку (глубокая пахота, хорошая разделка почвы, снегозадержание). Яркий пример влияния качества агротехники на появление подгона наблюдался в 1932 году в двух соседних совхозах — Борисовском и Сосновском (Западная Сибирь). В Сосновке количество подгона достигало 68%, в то время как в Борисовке подгон не превышал 2—3%. Сосновский зерносовхоз в 1932 году находился в глубоком прорыве, борьба за качество агротехники в нем не велась, все агротехнические процессы были проведены очень плохо. Наоборот, в Борисовском краснознаменном совхозе они были поставлены на должную высоту. Таким образом, склонность к образованию подгона, хотя и является биологической особенностью сорта, но может регулироваться соответствующими условиями среды, и колоссальные потери при уборке *caesium* в 1932 году в основном явились результатом применения на практике теории мелкой пахоты и связанных с этой теорией упрощенческих методов обработки почвы.

Повышения общего количества азота в урожае после завядания 2-й биотип не дает.

5) В пределах биотипов намечаются более или менее мелкие группировки, отличающиеся различной степенью засухоустойчивости.

6) Большинство образцов яровой пшеницы, полученных из Зауралья (Курганский, Шадринский районы) относятся к 1-му биотипу. Образцы из Среднего Поволжья относятся преимущественно ко 2-му биотипу. Эта связь обосновывает необходимость углубления экологического подхода в работах по сортовой физиологии и селекции.

7) Биотипы имеют характерные биологические и морфологические особенности: 1-й биотип отличается удлиненным периодом кущения и выхода в трубку, раскидистой или полураскидистой формой куста, широко расходящейся корневой системой, усиленно развивающейся в более поздних стадиях.

2-й биотип имеет сокращенный период кущения и выхода в трубку (при общей с 1-ым биотипом длине вегетационного периода), куст сомкнутый, боковые побеги заметно отстающие в развитии от главных, узкую сомкнутую корневую систему. Устойчивые в условиях Западной Сибири формы обладают темнозеленой или сизой окраской листьев. Сорта устойчивые к весенним бурям характеризуются сильным опушением.

8) Засуха, перенесенная в стадии кущения, значительно изменяет физиологические особенности растений: увеличивается водоудерживающая сила листьев, изменяются анатомические коэффициенты, у части сортов (1-й биотип), по предварительным данным, повышается энергия ассимиляции и резко увеличивается содержание азота в зерне.

9) Возможность управления качеством урожая путем регулирования водного режима является чрезвычайно заманчивой перспективой. Окончательно решать этот вопрос на основании данных одного вегетационного опыта нельзя, но подмеченные тенденции должны быть проверены на полевых участках в условиях орошения.

Западносибирский селекционный центр.
Омск.

Поступило
16 II 1934.

PLANT PHYSIOLOGY

DROUGHT RESISTANCE OF SPRING WHEAT VARIETIES

By N. UDOLSKAJA

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 16.II.1934*)

One of the effective means of combating drought is the development of drought resistant varieties capable of uniform high yields even under unfavourable combinations of climatic factors.

On surveying current selection work from the standpoint of both Party and Government directives to the effect of shortening to 3—5 years the time for the selection and breeding of new varieties, we must admit the following defects, which retard the carrying out of the above directives, viz.: 1) the absence of clearly predetermined aims when commencing the sorting out of pure lines; 2) the necessity of studying a variety during 5—7 years before giving its correct characterization; 3) lack of cooperation between selection work and seed production. The cause of the first two defects lies in the fact that the majority of selection institutions have not yet introduced the complex method of research work categorically enjoined by the Central Control Commission and People's Commissariat of Workers and Peasants' Inspection in their resolution of July 3, 1931. Thus, physiologists have not yet fully revised their method of work. The physiological laboratories of selection centres are unsufficiently equipped both with apparatus and personnel. Besides, central institutions investigating the problem of drought resistance very often have to work under con-

ditions climatologically atypical and with chance material. Such research work can at most only outline a general scheme, but can never give a full understanding of the complicated phenomenon of drought resistance. Active participation of physiologists in selection is a rare exception. Their passivity in this respect is usually explained by the lack of detailed methodics. There exists a tendency among physiologists to first concentrate their efforts on problems of method and to participate in actual selection research work only on the solution of the above problems. Such an attitude is erroneous. Fully developed methods can be attained and perfected only in process of work.

Selection institutions working in the arid zone are in possession of immense quantities of variety material. Complex research work carried on in cooperation with selection workers, close cooperation with agricultural engineers and chemists, soil specialists and meteorologists in studying the correlation between the environment and internal physiological processes — such is the surest and quickest way of investigating the problem of drought resistance and of simultaneously developing the theory of agriculture in arid regions — the theory that is destined to play a leading part in increasing the yields of socialist agriculture.

The West Siberian Selection Centre has within its scope the eastern slopes of the Ural Mountais, West Siberia, and North Kazakstan. The greater part of this region must be climatologically classified as arid, and therefore one of the principal problems facing the Selection Centre is the development of drought resistant varieties that at the same time would conform to the demands of soviet grain farms.

The physiological laboratory of the Selection Centre in close cooperation wich the spring wheat selection laboratory is investigating the problem of drought resistance and the response of different varieties of spring wheat to mineral fertilizers under conditions prevalent in the arid zone.

The results of laboratory and greenhouse experiments are controlled by field experiments and compared with statistical data of the practical work of soviet and collective farms, of seed testing stations and control seed-plots.

The principal method of determining the drought resistance of spring wheat consists in testing its resistance to soil drought in vegetative vessels differing from the wilting method proposed by Prof. Maximov in that these experiments are conducted in tin vessels with a slow drying up of the soil. This allows the plants to adapt themselves somewhat to the drought and corresponds better to the natural conditions of soil drought than the rapid desiccation in porous pots.

The principal results of the study of drought resistance may be summarized as follows:

1) Comparative drought resistance of a variety is a very variable quality dependent on the combination of external factors of the 'drought', on the conditions of growth preceding the drought, and on the stage of growth. This explains the well-known fact of 'loss of drought resistance' on the transplantation of a variety to another zone.

2) Variety peculiarities manifest themselves markedly when determining the drought resistance of plants in the same stage of growth. The degree of resistance does not remain constant — varieties showing maximum resistance in one stage of growth may show the lowest degree of resistance if the drought occurs in another stage of growth.

3) Indirect methods of determining drought resistance are at present based on a methodologically erroneous statical conception of drought resistance and therefore cannot give correct direction to selection work. Mass methods of determining drought resistance will develop as a result of studying the essence of drought resistance, as a higher stage, as a transition from the complex to the simple through a deeper analysis of the phenomenon.

4) In accordance with their behaviour during drought, spring wheat varieties may be divided into 2 principal biotypes.

The first biotype (representatives — *milturum* 0321, *milturum* 05485, *ferrugineum* 01158, *leucurum* 07501, 07500, and others) on deficiency of moisture loses turgor — 'droops', is checked in its growth, but retains the vitality of the side shoots. On the resumption of watering, plants of this biotype resume a most vigorous growth, shorten the second period of vegetation, and thus reach ripening almost simultaneously with normally watered plants. Plants of the first biotype are very drought resistant in the tillering stage, but very markedly decrease their yield if the wilting occurs in the ear-forming stage. In field conditions maximum drought resistance is shown in districts of early drought (occurring in the tillering stage) with sufficient moisture in the second half of summer. Wilting in the tillering stage stimulates a sharp increase of nitrate content in the grain and a change of the external appearance (the prevalence of flinty grains). After wilting the total yield of nitrogen increases (the decrease in the grain yield is covered by the increase in the percentage of nitrogen content).

In plants of the seocod biotype (representatives — *lutescens* 062, *caesium* 0111, *erythrospermum* 0841, 0341, *hordeiforme* 010, and others) — the influence of drought manifests itself in the lower leaves and side shoots turning yellov and dying while the upper part of the main stalk retains turgor. There is no check in growth, in individual cases even a quickening of the growth under the influence of drought may be noted. On the resumption of watering there is a tendency to the formation of an undergrowth. The second type suffers from the drought more than the first in the tillering stage, but surpasses it in drought resistance in the later stages of growth. Maximum resistance is shown by the second biotype in districts of late drought. The tendency to form undergrowth after suffering drought in the tillering stage necessitates the application of agricultural measures guaranteeing sufficient moisture for the plants during the tillering and shooting stage (deep plowing, thorough harrowing of the soil, measures for snow retention). A good example of the influence of the quality of agrotechnics on the formation of undergrowth was showh in 1932 by two neighbouring Soviet farms of Borisovsk and Sosnovsk (West Siberia). In Sosnovsk the quantity of undergrowth reached 68%, while in Borisovsk it did not exceed 2—3%. The Sosnovsk Soviet grain farm was very backward, no attention was paid to the quality of agrotechnics and, therefore, the cultivation of the soil had been carried on very negligently. On the contrary, agrotechnics in the Borisovsk Soviet farm were at their highest. Thus, although the tendency to form undergrowth constitutes a biological peculiarity of the variety, it can nevertheless be regulated by environmental conditions. Thus, the immense losses in harvesting *caesium* in 1932 were principally due to the application of the theory of shallow ploughing and of simplified methods of land cultivation connected with this theory.

The second biotype does not show any increase in the total yield of nitrogen in the crop after wilting.

5) Within the limits of the two biotypes smaller groups may be distinguished, which differ in their degree of drought resistance.

6) The majority of spring wheat samples received from Transuralia (Kurgan and Schadrinsk regions) belong to the first biotype. Samples from Middle Volga districts belong chiefly to the second biotype. This relationship shows the necessity of a deeper oecological study of variety physiology and selection.

7) The biotypes have biological and morphological characteristics. Those of the first biotype are as follows: a longer tillering and shooting stage, a spreading or semi-spreading form of the plant, a widely branching out root system vigorously developing in the later stages.

The second biotype has a shorter tillering and shooting stage (although the total length of the vegetative period is the same in both biotypes). The form of the plant is compact. The side shoots noticeably lag behind the main stalk in their growth. A narrow compact root system. In West-Siberian conditions the resistant varieties have a dark green or glaucous foliage. Varieties resistant to spring storms are characterized by considerable pubescence.

8) Drought endured in the tillering stage considerably modifies the physiological peculiarities of the plants; the moisture-retaining capacity of the leaves increases, the anatomical coefficients are changed, in some varieties (of the first biotype), according to preliminary data, the energy of assimilation increases, and the nitrogen content in the grain rises considerably.

9) The prospect of the possibility of influencing the quality of yield by regulating the moisture regimen is of course most attractive. It is impossible to offer final solution of this problem on the basis of one vegetative experiment, but the above-described tendencies must be checked up on field plots under conditions of irrigation.

West Siberian Selection Centre.
Omsk.

Received
16.II.1934.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. П. ПОТАПОВ

НОВЫЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ В ПОЧВЕ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 7 III 1934*)

Анализ почвенных факторов роста растений влажных субтропиков позволил автору выдвинуть теорию, объясняющую причины весьма низкой производительности субтропических почв. Основные положения этой теории сводились к утверждению, что тормозящим нормальное развитие растений в субтропической почве фактором является не только избыток ионов водорода, т. е. кислая реакция, но и избыток ионов алюминия.

На базе этого теоретического анализа автор разработал систему удобрения субтропических почв, в которой основным агрономическим мероприятием, нацело устраняющим вредное действие иона алюминия, предлагалось внесение высоких доз суперфосфата для культур, не тре-

бующих смещения pH, и суперфосфата совместно с известью для культур, страдающих как от избытка ионов водорода, так и избытка ионов алюминия.

Дальнейшие экспериментальные работы как самого автора, так и его сотрудников по Институту чайного хозяйства, не только подтвердили правильность сделанного диагноза, но и выявили исключительную и небывалую в практике субтропического сельского хозяйства эффективность применения в высоких дозах суперфосфата. Для некоторых культур получено двадцатикратное и более увеличение урожайности; некоторые смытые почвы, совершенно отказывавшиеся что либо производить, исправлялись суперфосфатом настолько, что давали нормальный урожай. В ближайшем будущем мы сделаем подробное сообщение об этом.

Все это в совокупности побудило нас придать поставленной нами проблеме большую целостность и жизненность путем разработки методов определения концентрации иона алюминия в почве аналогично уже имеющимся методам определения концентрации иона водорода. Так как известны факты участия алюминия в окраске некоторых цветов, то мы произвели изучение многочисленных листьев, цветов и стеблей субтропических растений, определяя отношение их окраски к наличию ионов водорода и алюминия. Большинство из них давали изменение окраски при изменении концентрации иона водорода, но только очень немногие отзывались на присутствие иона алюминия. Из последних назовем следующие: осенняя красно-фиолетовая окраска кукурузы и некоторых других растений, красно-фиолетовая окраска спелых плодов крушины (*Rhamnus*) и желтая окраска лепестков садового махрового бархатца (*Tagetes*). Оставив пока в стороне происхождение окраски кукурузных листьев и зависимость ее от наличия в листе активного алюминия, мы остановились на двух последних объектах. Водно-спиртовые вытяжки из плодов крушины и лепестков бархатца обнаружили чрезвычайно высокую чувствительность по отношению к присутствию иона алюминия. Прибавление 1—5 капель водноспиртовых вытяжек из лепестков бархатца и ягод крушины к 10—20 см^3 растворимой соли алюминия — вызывало появление в первом случае желтой, во втором случае — синей окраски, интенсивность которой в известных пределах повышалась с повышением количества алюминия. Чувствительность индикаторов такова, что позволяет открывать 1.0—0.1 часть Al на миллион частей раствора. Так как токсичность этого иона для растений выражается цифрами в пределах первых двух десятков частей на миллион частей, то, следовательно, наши индикаторы более чем достаточно чувствительны для того, чтобы установить присутствие опасных для растения доз аллюминия.

Так как выдвинутое нами мероприятие — внесение высоких доз суперфосфата для борьбы с токсичностью алюминия в субтропической почве — основано на изменении активности иона алюминия путем связывания его в фосфорную соль, то нам было чрезвычайно важно отметить поведение наших индикаторов при одновременном присутствии как алюминия, так и фосфора. Испытание в этом направлении показали, что как появление, так и интенсивность окраски наших индикаторов при наличии алюминия, парализуется одновременным присутствием с ним фосфора. Следовательно, мы можем сказать, что наши индикаторы отмечают не только наличие и концентрацию ионов алюминия, но и степень биологической активности этого элемента, определяемой одновременным присутствием с ним фосфора. Иначе говоря, они отмечают наличие „токсического алюминия“, являясь своего рода „физиологическими индикаторами“.

Нам остается в будущем свести показания индикаторов к количественным величинам, которыми можно было бы определять дозировку суперфосфата, необходимого для полной ликвидации токсического влияния иона алюминия на рост растений в субтропиках.

Институт чайного хозяйства.
Озургеты.

Поступило
7 III 1934.

PFLANZENPHYSIOLOGIE

NEUE KOLORIMETRISCHE VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG VON TOXISCHEM ALUMINIUM IM BODEN

Von A. POTAPOV

(*Vorgelegt von A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 7. III. 1934*)

Eine Analyse der zum Boden gehörenden Faktoren des Pflanzenwuchses in den niederschlagreichen subtropischen Gegenden erlaubte dem Verfasser eine Theorie zur Erklärung der sehr niedrigen Leistungsfähigkeit der subtropischen Böden aufzustellen. Im Wesentlichen lässt sich diese Theorie in der Behauptung zusammenfassen, dass als hemmender Faktor, für die normale Entwicklung der Pflanzen in subtropischen Böden, nicht nur ein Überfluss an Wasserstoffionen, d. h. sauere Reaktion, sondern auch ein Überfluss an Aluminiumionen in Betracht kommt. Auf Grund dieser theoretischen Analyse arbeitete Verfasser ein Düngungssystem für subtropische Böden aus, worin als grundlegende agronomische Massnahme, welche die schädliche Wirkung der Aluminiumionen gänzlich beseitigt, Eintragung hoher Dosen von Superphosphat für Kulturen, welche keine Abänderung von *p*H erfordern, empfohlen wird und desgleichen von Superphosphat mit Kalk für solche Kulturen, welche einem Überfluss an Wasserstoffionen gegenüber ebenso empfindlich sind, als einem Überfluss an Aluminiumionen.

Die nachfolgenden Experimentalarbeiten des Verfassers selber, sowie auch seiner Mitarbeiter im Institut der Teekultur haben nicht nur die Richtigkeit der aufgestellten Diagnose bestätigt, sondern auch eine ausserordentliche, bisher wohl nie in der Praxis der subtropischen Landwirtschaft erreichte Effektivität der Anwendung von Superphosphat in grossen Dosen erwiesen. Bei manchen Kulturen erhielt man eine ins zwanzigfache und noch darüber hinaus gehende Ertragssteigerung; einige abgewaschene Böden, die jeglichen Ertrag versagten, besserten sich mit dem Superphosphat derart, dass sie eine normale Ernte einbrachten. Demnächst werden wir darüber eine eingehende Mitteilung veröffentlichen.

Dieser ganze Sachverhalt veranlasste uns im Interesse grösserer Einheitlichkeit und praktischer Tragweite unserer Problemstellung neue Bestimmungsmethoden für Ionenkonzentration des im Boden enthaltenen Aluminiums auszuarbeiten analog den schon vorhandenen Verfahren für Wasserstoffionenkonzentrationsbestimmung.

In Anbetracht bekannter Tatsachen von Beteiligung des Aluminiums an der Färbung gewisser Blumen prüften wir zahlreiche Blätter, Blüten und Stengel subtropischer Pflanzen auf das Verhältnis von deren Färbung zum Vorhandensein von Wasserstoff- oder Aluminiumionen. In der Mehrzahl

der Fälle ergaben sich merkliche Abänderungen der Färbung bei Konzentrationsänderung der Wasserstoffionen, auf Zuführung von Aluminiumionen dagegen war nur selten eine Reaktion zu verzeichnen. Von den letzteren Fällen wären hervorzuheben: die herbstliche rotviolette Färbung des Mais und einiger anderer Pflanzen, die rotviolette Farbe der reifen Beeren des Rhamnus und die gelbe Färbung der Blumenblättchen von Tagetes. Sehen wir zunächst von der Frage nach der Herkunft der Färbung des Mais ab und wenden uns den beiden letztgenannten Objekten zu. Hier ist festzustellen, dass Wasseralkoholauszüge von Rhamnusbeeren und von Tagetes-Blumenblättern eine ausserordentlich hohe Empfindlichkeit gegen Aluminiumionen aufwiesen.

Ein Zusatz von 1—5 Tropfen Wasserauszüge von Tagetesblättchen und Rhamnusbeeren zu 10—20 cm^3 Aluminiumsalzlösung bewirkte das Auftreten im ersten Falle einer gelben, im zweiten — einer blauen Färbung, deren Intensität innerhalb gewisser Grenzen mit Anwachsen der Aluminiummenge sich steigerte. Die Empfindlichkeit dieser Indikatoren ist so erheblich, dass sie den Nachweis von 1.0—0.1 Teil Al auf eine Million Teile der Lösung ermöglicht. Da nun für die Toxizität des Al-ions bei Pflanzen beträchtlich höhere Konzentrationen massgebend sind, so sind unsere Indikatoren von mehr als ausreichender Empfindlichkeit um das Vorhandensein schädlicher Aluminiumbeträge aufzuzeigen.

Da das von uns befürwortete Verfahren — Einführung von hohen Hyperphosphatbeträgen zur Bekämpfung der Toxizität des Aluminiums in subtropischen Böden — auf der hemmenden Abänderung der Aktivität des Aluminiumions mittels Bindung desselben in einem phosphorsauren Salze beruht, so war es für uns von grösster Wichtigkeit, das Verhalten unserer Indikatoren in gleichzeitiger Gegenwart von Aluminium sowie von Phosphor klarzulegen.

Die in dieser Richtung angestellten Versuche erwiesen, dass die Intensität der Färbung besagter Indikatoren, ja deren Erscheinen überhaupt bei Vorhandensein von Aluminium durch gleichzeitige Gegenwart von Phosphor herabgesetzt bzw. gehemmt wird. So dürfen wir denn behaupten, dass diese Indikatoren nicht blos das Vorhandensein und die Konzentration der Aluminiumionen verzeichnen, sondern auch die Ausmasse der biologischen Aktivität dieses Elementes, welche durch die gleichzeitige Gegenwart von Phosphor bestimmt werden. Oder, mit anderen Worten, sie verzeichnen das Vorhandensein von „toxischem Aluminium" und bilden dabei überhaupt eine Art von „Physiologischem Indikator".

Es erübrigt uns in der nächsten Zeit, die kolorimetrischen Angaben dieser Indikatoren auf direkte quantitative Ermittelungen zurückzuführen, die uns die Bestimmung der Superphosphatbeträge gestatteten, welche für eine völlige Ausschaltung der das Gedeihen der Pflanzen in subtropischen Gebieten beeinträchtigenden Wirkung des Aluminiumions erforderlich sind.

Institut für Teekultur.
Osurgety.

Eingegangen
d. 7. III. 1934.

ГЕНЕТИКА

Д. КОСТОВ

КРОССИНГОВЕР У ВИДОВЫХ ГИБРИДОВ *NICOTIANA*

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 3 III 1934)

Многочисленные тригеномные видовые гибриды у *Nicotiana* были получены нами путем скрещивания гибридов F_1 с каким-либо третьим видом этого рода, или с одной из родительских форм. Эти видовые гибриды доставили весьма богатый цитологический материал, который будет рассмотрен здесь в связи с возможностью обмена частями хроматид предположительно гомологичных хромозом, участвующих в скрещивании видов.

Считается прочно установленным, что первое мейотическое деление у *Nicotiana* является делением редукционным. Унивалентные хромозомы как у гибридов, так и у гаплоидных форм, распределяются случайно по полюсам в течение первого мейотического деления и делятся продольно в течение второго деления созревания. Деление унивалентных хромозом во время первого мейотического деления представляет собою настолько редкое явление, что практически им можно пренебречь при решении поставленного вопроса. Случаи подобного рода мы наблюдали только у гаплоидной *N. Langsdorffii* (одна хромозома делилась в 0.1% материнских клеток пыльцы) и у гибрида *N. tabacum* ($n=24$) $\times$ *N. glauca* ($n=12$), причем в этом последнем случае деление унивалентных хромозом наблюдалось еще реже, нежели у *N. Langsdorffii*.

У большинства видовых гибридов *Nicotiana* образующиеся гаметы содержат соматическое (нередуцированное) число хромозом, возникая из реституционных ядер (Rosenberg'а). Некоторые из хромозом гибридов запаздывают в веретене деления, не достигают полюсов в течение первого мейотического деления, образуя мостик между обоими полюсами. Таким образом, все хромозомы (в количестве равном соматическому) подвергаются интеркинезу, вместе образуя одно реституционное ядро. Второе деление только с одной метафазой, имеющей соматическое число хромозом растения, часто наблюдалось у гибридов, где реституционные ядра образуются к концу первого деления. Количество таких метафаз приблизительно равно количеству образующихся диад. Количество же образующихся крупных пыльцевых зерен приблизительно вдвое больше наблюдаемого количества диад. Образование диад после слияния обоих веретен во время второго деления наблюдалось очень редко. (Эта ненормальность редукционных делений приводит к тем же результатам, что и образование реституционных ядер.). Таким образом, можно сказать, что гаметы с нередуцированным числом хромозом, образующиеся у видовых гибридов *Nicotiana*, обычно являются результатом выпадения редукционного.

Гибрид F_1 *N. glauca* ($n=12$) $\times$ *N. Langsdorffii* ($n=9$) представляет собою один из лучших примеров в этом отношении. Большая часть гамет этого гибрида имеет нередуцированное число хромозом, связанное с выпадением редукционного деления. Хромозомы *N. Langsdorffii* ($n=9$) конъюгируют с 9 хромозомами *N. glauca*, благодаря чему в первой метафазе наблюдается обычно 12 хромозом ($9_{II}+3_{I}$). Бивалетные хромозомы разъединяются во время первой анафазы, но процесс происхождения часто весьма замедлен, что ведет к образованию реституционных ядер.

Хромозомы подвергаются интеркинезу в пределах одной общей группы. Благодаря этому все хромозомы гибрида (12 — *glauca* + 9 — *Langsdorffii* = 21) оказываются собранными в одну общую группу в течение второго деления, образуя таким образом вторую метафазу с одним веретеном деления и одной метафазной пластинкой, заключающей 21 хромозому. Затем следует эквационное деление, с образованием диад (вместо тетрад), причем каждая из них содержит 9 хромозом *Langsdorffii* и 12 хромозом *glauca*, т. е. в сумме 21 хромозому.

Такие хромозомы формируются в виде отдельных хроматид в профазе первого мейотического деления.

Если теперь не имел места обмен сегментами (частями) между конъюгировавшими во время мейозиса хромозомами *glauca* и *Langsdorffii*, то возникающие при этом гаметы с нередуцированным числом хромозом должны быть совершенно идентичны, так как они обладают одним и тем же ассортиментом хромозом, а следовательно и заключающимися в них генами. Напротив, если этот обмен (или обмены) частями хромозом *glauca* и *Langsdorffii* произошел, возникающие с нередуцированным числом хромозом гаметы не будут генетически идентичными. Они будут отличаться между собою по одному или нескольким участкам хромозом с заключенными в них генами. Наконец, если подобный обмен (или обмены) имел место между хромозомами (но не между хроматидами) исходных родительских видов, нередуцированные гаметы одной диады должны быть идентичными, в то время как нередуцированные гаметы у гибрида в целом опять-таки будут отличаться по целым сериям генов.

Мы легко можем ответить на вопрос о том, являются ли образуемые гибридом нередуцированные гаметы идентичными или отличающимися по строению, путем скрещивания гибрида с родительскими видами или с каким-либо третьим видом, предполагая, что исходные родительские формы, применяющиеся в подобных случаях, являются в достаточной степени гомозиготными. При этом может оказаться:

1) возникновение в следующем поколении мало изменчивых тригономных гибридов; это должно обозначать, что нередуцированные гаметы, образуемые гибридом F_1, имели сходное генетическое строение.

2) возникновение в F_2 гибридов, фенотипически варьирующих в той или иной степени; это укажет на различие нередуцированных гамет, образуемых гибридом F_1.

В наших опытах была применена именно эта схема исследования генетического строения нередуцированных гамет видовых гибридов у *Nicotiana*. При этом необходимо указать, что различные аберрантные в хромозомальном отношении формы были отделены от тригеномных гибридов при помощи детальных цитологических исследований. В дальнейшем будут рассмотрены некоторые случаи поведения тригеномных гибридов, имеющих непосредственное отношение к обсуждаемой проблеме.

1. От скрещивания F_1 (*glauca* × *Langsdorffii*) × *Langsdorffii* было получено 32 тригеномных гибрида с 30 хромозомами, т. е. с 21 (12+9) хромозомой, привнесенной нередуцированной гаметой гибрида F_1 и 9 хромозомами от родительского растения *N. Langsdorffii*. Из этого числа растений 21 были морфологически более или менее однообразными; остальные 11 растений по целому ряду своих особенностей весьма резко отличались как между собою, так и от всех других растений этого скрещивания.

Эти различия касались формы и величины листьев и цветов, длины пестиков, окраски пыльцы и цветков, потенции роста, длины вегетативного периода и т. д. Одни из этих растений имели два таких уклоняющихся признака, другие — три, четыре и т. д.

2. Некоторые из недавно полученных растений тригеномных тройных гибридов [*N. Tabacum* ($n = 24$) $\times$ *N. sylvestris* ($n = 11$)] $\times$ *N. Rusbyi* ($n = 12$) с 48 соматическими хромозомами также оказались отличающимися между собою по целому ряду особенностей. Здесь необходимо указать, что хромозомы *sylvestris* и *Tabacum* обнаруживают очень большое сродство между собою, благодаря чему в пластинке первой метафазы обычно видны 24 хромозомы ($12_{II} + 12_{I}$), половина из которых представлена сконъюгировавшими хромозомами *Tabacum* и *sylvestris*.

3. Каждый из тригеномных тройных гибридов (с 48 соматическими хромозомами), полученных в результате скрещивания гибрида F_1 [*N. Tabacum* ($n = 24$) $\times$ *N. tomentosa* ($n = 12$)] с *N. Rusbyi* ($n = 12$), получил по одному полному геному от этих трех видов. Тем не менее, все эти растения также различались между собою. В этом случае также постоянно наблюдается конъюгация 12 хромозом *tomentosa* с 12 хромозомами (из 24) *Tabacum* у гибридов F_1.

4. Подобное же явление наблюдалось даже среди некоторых тригеномных растений (с 48 соматическими хромозомами), возникших в результате обратного скрещивания F_1 гибрида (*N. Tabacum* $\times$ *N. tomentosa*) $\times$ *N. tomentosa*.

5. Некоторые морфологические различия наблюдались также среди потомства от обратного скрещивания *N. rustica* $\times$ (*N. rustica* $\times$ *N. paniculata*), (*rustica* $\times$ *paniculata*) $\times$ *paniculata* и (*rustica* $\times$ *paniculata*) $\times$ *rustica*. Конъюгация хромозом *N. paniculata* и *N. rustica* здесь также имеет место.

6. Наконец, к той же категории явлений могут быть отнесены, хотя бы частично, те различия, которые наблюдались среди тригеномных тройных гибридов *N. Tabacum* $\times$ (*N. sylvestris* $\times$ *N. Rusbyi*). Здесь наблюдается только лишь частичная конъюгация некоторых хромозом *sylvestris* и *Rusbyi*, тогда как большинство хромозом в течение первой метафазы остаются унивалентными. Помимо тех причин изменчивости тригеномных гибридов *Tabacum* $\times$ (*sylvestris* $\times$ *Rusbyi*), о которых здесь идет речь, вероятно имеются еще и некоторые другие; однако эти последние будут рассмотрены более подробно в другом месте.

Ко всему этому следует добавить, что во всех упоминавшихся здесь скрещиваниях брались возможно более постоянные виды, дающие однообразное потомство. Эти виды уже в течение 8 лет разводят в гомозиготном состоянии для целей видовой гибридизации. Тем не менее наблюдающаяся в потомстве гибридов изменчивость касалась не одного, а целого ряда различных морфологических особенностей.

Эгизом недавно были получены три растения от скрещивания (*N. Tabacum* $\times$ *N. sylvestris*) $\times$ *N. tomentosa*. Все они также различались между собой морфологически. В качестве материнского растения им были взяты не F_1 гибриды (*Tabacum* $\times$ *sylvestris*), а амфидиплоид *Tabacum* $\times$ *sylvestris*. Принимая во внимание очень большое сродство между хромозомами *sylvestris* и *Tabacum*, следует ожидать образования, во время мейозиса, тетравалентных хромозом у амфидиплоида *Tabacum* $\times$ *sylvestris*, как это например имеет место у недавно изученного амфидиплоида *rustica* $\times$ *paniculata*. Следовательно, возможность кроссинговера между хромозомами *Tabacum* и *sylvestris* у амфидиплоидного гибрида *Tabacum* $\times$ *sylvestris* не является исключенной. К тому же необходимо еще учесть, что при разделении четырех членов тетравалентной хромозомы *TTss* (*T* — хромозомы *Tabacum*; *s* — *sylvestris*) могут быть 2 возможности (предполагая, что *T* генетически идентична *T* и $S = S$), а именно: 1) $Ts + Ts$ и 2) $TT + ss$, точно также как это, повидимому, имеет у амфидиплоидного *rustica* $\times$ *paniculata* [$rrpp = 1)$ $rr + pp$; и 2) $rs + rs$]. В этом случае различие образуемых амфидиплоидом гамет может быть обязано не только наличию кроссинговера, но также и различиям в отношении целых хромозом.

Вышеприведенные примеры показывают, что нередуцированные гаметы, образуемые гибридами F_1, не являются идентичными. Эти генотипические различия получают наиболее удовлетворительное объяснение при допущении, что между отдельными хроматидами хромозом исходных видов имеет место кроссинговер во время созревания у гибрида половых клеток.

Все эти различия, наблюдающиеся среди тригеномных растений, у *Nicotiana* несколько напоминают те случаи, когда, как это например известно у *Oenothera*, некоторые „мутантные“ формы характеризуются наличием целого ряда измененных внешних особенностей. Другими словами, возникновение таких „мутантов“ вероятно обязано влиянию более, чем одного единственного гена. Быть может их даже не следует называть ни „мутантами“, ни „структурными гибридами“ (вроде видов *Oenothera*).

Для всех таких случаев термин „кроссоверы" или „кроссоверные формы" является более соответствующим действительности.

Вполне возможным также является допущение, что некоторые из наблюдающихся здесь различий могут быть обязаны наличию транслокаций, инверсий или некоторых иных явлений этого порядка. Однако, такие случаи, как известно, являются сравнительно редкими. Поэтому изменчивость тригеномных гибридов несомненно обязана наличию кроссинговера между хромозомами (и в особенности между хроматидами) исходных родительских видов.

Множественные связи хромозом (поливалентные хромозомы) в F_2-F_4 полностью плодовитого тройного тригеномного гибрида *N. Tabacum* × (*sylvestris* × *Rusbyi*) = *N. triplex*, наблюдавшиеся нами раньше (1933), могут быть также истолкованы структурными изменениями хромозом, т. е. процессом, который имеет тесное отношение к увеличению генотипической изменчивости растений *N. triplex*.

Представленные здесь данные позволяют заключить о наличии кроссинговера между материнскими и отцовскими хромозомами видовых гибридов, который обусловливает собою изменчивость этих гибридов. Эта последняя обязана структурным изменениям хроматина, но не самих генов, и, следовательно, они должны быть отграничены от генных мутаций, возникающих в результате гибридизации. Оба эти фактора имеют большое значение для происхождения видов, равно как и для филогении вообще.

Автор выражает свою благодарность Г. Мёллеру и Н. Н. Медведеву за просмотр этого сообщения в рукописи.

Институт генетики
Академии Наук.
Ленинград.

Поступило
3 III 1934.

GENETICS

CROSSING OVER IN *NICOTIANA* SPECIES HYBRIDS

By D. KOSTOV

(*Communicated by N. Vavilov, Member of the Academy, 3. III. 1934*)

Numerous trigenomal species hybrids were produced by crossing the F_1-hybrids with a third species or with the parental forms. They offer a very rich cytogenetic material which will be here considered in connection with the exchange of parts between the chromatids of the presumably homologous chromosomes of the species crossed.

The first meiotic division in *Nicotiana* is the reductional division. The univalent chromosomes in the hybrids and in the haploids are distributed at random to the both poles during the first meiotic division and divide during the second one. Exceptions, i. e. division of univalent chromosomes during the first meiosis, occur so rarely that they can be neglected. We have observed such only in the haploid *N. Langsdorffii* (one chromosome has divided in 0.1% of the pollen mother cells) and in the hybrid *N. Tabacum* (n = 24) × *N. glauca* (n = 12), in the latter the dividing chromosomes being less frequent.

In a great many *Nicotiana* species hybrids, gametes are formed with the somatic number of chromosomes (unreduced) originating from restitution nuclei (Rosenberg's term). Some of the lagging chromosomes on the spindle in the hybrids do not succeed in reaching the poles during the first meiosis and form a bridge between the two poles, so that all chromosomes (somatic number) undergo interkinesis together, forming one restitution nucleus. Second divisions with only one metaphase having the somatic chromosome number of the plant have been often observed in the hybrids where restitution nuclei are formed at the end of the first division. The number of such metaphases is approximately as high as the number or the dyads formed. The number of the large pollen grains formed is about two times greater than that of the dyads observed. Formation of equal dyads following fusion of both spindles during the second division has been very rarely observed. (This abnormality in meiosis leads to the same result as the formation ot restitution nuclei.) Therefore, the unreduced gametes formed during the meiosis in *Nicotiana* species hybrids are usually a result of the non-occurrence of the reduction division.

The hybrid *N. glauca* ($n=12$) $\times$ *N. Langsdorffii* ($n=9$) is one of the best examples in this respect. In this hybrid numerous unreduced gametes are formed following the non-occurrence of the reduction division. The chromosomes of *N. Langsdorffii* conjugate with 9 chromosomes of *N. glauca*, so that 12 chromosomes ($9_{II} + 3_{I}$) have been usually observed during the first metaphase. The bivalent chromosomes disjoin during the 1 anaphase but the separation is often very much retarded, so that restitution nuclei are formed. The chromosomes undergo interkinesis within one group. Following such an interkinesis all chromosomes (12 — *glauca* + 9 — *Langsdorffii* = 21) appear in one group of 21 during the second division, i. e. the second metaphase with one spindle and one metaphasal plate with 21 chromosomes is formed. Then the equational division follows, so that dyads (instead of tetrads) are formed, each having 9 *Langsdorffii* chromosomes and 12 *glauca* chromosomes or altogether 21 chromosomes. These chromosomes have been formed as chromatids during the prophasal stage of the first meiotic division. If there was no exchange of segments (parts) between the conjugating *glauca* and *Langsdorffii* chromosomes during the meiosis, the unreduced gametes thus formed, should be identical, i. e. they should have the same genetical constitution. If there was an exchange (or exchanges) of parts of *glauca* and *Langsdorffii* chromosomes, the unreduced gametes ormed should not be genetically identical. They should differ one from the other by a series of genes. Finally if there was an exchange or exchanges of parts between the chromosomes (but not between the chromatids) of the parental species, the unreduced gametes of one dyad should be identical, but the unreduced gametes of a whole hybrid should not be identical. They should differ by a series of genes.

We can easily find out whether the unreduced gametes produced by a hybrid are identical or different, when we cross the hybrid back to the parental species or to a third species, provided that the parental forms or the third species used in such a crossing are homozygous. If uniform trigenomal hybrids are produced from such a cross, the unreduced gametes formed in the F_1-hybrid are identical, if the trigenomal hybrids thus produced are not uniform, the unreduced gametes are genetically different.

In testing the uniformity of the unreduced gametes formed in *Nicotiana* species hybrids, we crossed the latter with homozygous parental forms or with a third homozygous species. We separated the trigenomal

hybrids from the chromosomal aberrants among the offsping produced by detailed cytological investigations. Some of those that contribute definite data for the problem here investigated will be considered.

1. From the cross F_1 (*glauca* × *Langsdorffii*) × *Langsdorffii* 32 trigenomal hybrids with 30 chromosomes were produced, i. e. 21 chromosomes (12 + 9) from the unreduced gametes of F_1-hybrid and 9 from the paternal plant *N. Langsdorffii*. Eleven of the trigenomal plants differed morphologically very distinctly from the other 21 plants, the latter being approximately uniform. These 11 plants differed in various ways from each other and from the other 21 in respect of several characters, as the shape and size of fhe leaves and flowers, the length of the styles, the colour of the pollen, the color of the flowers, the growth potency, the length of the vegetation period, etc. Some had two outstanding characters, others had three or four, etc.

2. Some of the plants of the trigenomal triple hybrids (*Tabacum* $n = 24$ × *sylvestris*, $n = 12$) × *Rusbyi*, $n = 12$, with 48 somatic chromosomes that were recently produced, also differed. It should be mentioned here that the chromosomes of *sylvestris* have a very great affinity to *Tabacum* chromosomes and usually 24 chromosomes ($12_{II} + 12_{I}$) have been seen in the plates of the first metaphases.

3. Each one of the trigenomal triple hybrids with 48 somatic chromosomes produced by crossing the hybrid *N. Tabacum* ($n = 24$) × N. *tomentosa* ($n = 12$) with *N. Rusbyi* ($n = 12$) has one genom from *Tabacum*, one from *N. tomentosa*, and one from *Rusbyi*. Nevertheless they differed morphologically. The 12 *tomentosa* chromosomes conjugate readily with 12 of the 24 *Tabacum* chromosomes in the F_1-hybrids.

4. Some of the trigenomal plants with 48 somatic chromosomes produced by crossing the hybrid N. *Tabacum* × *N. tomentosa* back with *N. tomentosa* also differed morphologically.

5. There were some morphological differences between the trigenomal back crosses produced by crossing *N. rustica* ($n = 24$) × (*rustica* × *paniculata*, $n = 12$, (*rustica* × *paniculata*) × *paniculata*, and (*ristica* × *paniculata*) × *rustica*. It must be here also mentioned that the chromosomes of *N. paniculata* conjugate readily with the chromosomes of *N. rustica*.

6. Some of the differences observed amongst the trigenomal triple hybrids *Tabacum* × (*sylvestris* × *Rusbyi*) may belong to the same category, but perhaps not all of them, because we found conjugations only between a few of *sylvestris* and *Rusbyi* chromosomes, most frequently, however, univalents have been observed during the first metaphase of the meiotic division. Other factors that are propably involved in the processes responsible for the polymorphism of the trigenomal triple hybrid *Tabacum* × (*sylvestris* × *Rusbyi*) will be discussed elsewhere.

We shall mention once more that in all species crosses here reported we have used species morphologically uniform (giving uniform progenies) with which we have worked during the last 8 years.

The differences observed in the trigenomal hybrids of 2., 3., 4., 5., and 6. are like those discussed in 1., i. e. involving not single characters but several.

We shall also mention here that the three plants (*Tabacum sylvestris*) × *tomentosa* produced recently by Eghis differed morphologically. He did not use F_1 (*Tabacum* × *sylvestris*) for maternal plant but an amphidiploid *Tabacum* × *sylvestris*. Having in mind the very great affinity between the *sylvestris* and *Tabacum* chromosomes, there is to be expected a formation of tetravalent chromosomes in the amphidiploid *Tabacum* × *sylvestris* during the meiosis, as this occurs in the amphidiploid *rustica* × *paniculata* studied recently. Therefore an association and crossing over between the *Tabacum* and *sylvestris* chromosomes in the amphidiploid *Tabacum* × *sylvestris* is not excluded. But when we consiber that in the separation of the four members of a tetravalent chromosome *TTss* (where *T* — *Tabacum* chromosomes and *s* — *sylvestris* chromosomes) there may be two possidilities (supposing that $T = T$ and $s = s$ genetically), namely: $Ts + Ts$ and $TT + ss$, as this seems to occur in the *rustica* × *paniculata* amphidiploid [$rrpp = 1$) $rr + pp$, 2) $rs + rs$], then the differences in the gametes formed by the amphidiploids can be due not only to crossing over, but to the differences in whole chromosomes too.

The above examples show that the unreduced gametes formed in the F_1-species hybrids are not identical and their genetical differences may be most satisfactorily explained by postulating the occurence of crossing over between the chromatids of the chromosomes of the parental species during the meiosis im F_1.

The differences among the trigenomal plants recorded above remind us of those that are characteristic of the 'mutant forms' in *Oenothera*

'species', where not single characters, but a series of characters are usually involved; in other words, in these 'mutations' obviously more than one gene are involved. Perhaps, it would not be right to call them 'mutations', nor 'structural hybrids' (as *Oenothera*-species). The term 'cross-over forms' may be more suitable for them.

It is quite possible that some of the differences observed in the trigenomal hybrids may be due to certain translocations, inversions, or to some other phenomena of this kind, but we must add that such phenomena usually occur very rarely. Therefore, the most probable cause of the differences in the trigenomal species hybrids is undoubtedly the occurrence of crossing over between the chromosomes (especially the chromatids) of the maternal and paternal species.

The multiple associations of the chromosomes in F_2-F_4 in the fully fertile triple trigenomal hybrid *N. Tabacum* × (*sylvestris* × *Rusbyi*) = *N. triplex* observed before (1933) may be also interpreted by postulating structural exchanges in the chromosomes, a process which contributes a great deal to the increase ot the genotypical variability of the composite plants *N. triplex*.

From the data here presented, we may conclude that crossing over occurs between the maternal and paternal chromosomes in the species hybrids, a process that conditions the manifoldness of the trigenomal species hybrids. This manifoldness is due to the structural changes in the chromatin, but not to the changes in the genes, and they must be separated from the gene mutations that occur following hybridization. Both are of great importance for the origin of the species as well as for phylogeny in general.

The author is greatly indebted to H. Muller and to N. Medvedev for reading the paper.

Institute of Genetics
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
3. III 1934.

ХРОНИКА

ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ СТРАТОСФЕРЫ.

Организационным комитетом по созыву конференции образованы специальные секции: 1) аэрология и баллистика (председатель — проф. П. А. Молчанов); 2) звуковые волны (председатель — проф. Н. Н. Андреев); 3) атмосферное электричество, полярные сияния, геомагнетизм, радио (председатель — проф. П. Н. Тверской; 4) космические лучи (председатель — акад. А. Ф. Иоффе); 5) атмосферная оптика (председатель — проф. Н. Н. Калитин); 6) биологическая (председатель — акад. Г. А. Надсон); 7) техническая (председатель — П. С. Дубенский; 8) астрономическая (председатель — проф. С. Г. Натансон). На заседаниях секций заслушано было свыше 100 докладов.

Торжественное открытие состоится в Ленинграде 31 марта 1934 г. в 7 час. веч. в Большом Конференц-зале Академии Наук СССР.

На конференции будет заслушано 70 докладов. Докладчиками выступят: командир стратостата СССР Г. А. Прокофьев („Итоги полета стратостата „Осоавиахим"), акад. С. И. Вавилов („Научные проблемы изучения стратосферы и цели конференции"), П. С. Дубенский („Методы и задачи освоения стратосферы"), П. А. Молчанов (общий доклад и „Обзор гипотез, объясняющих сверхдальнее распространение звука, и их критическая оценка"), Д. И. Еропкин („Проблема атмосферного озона"), Н. Н. Калитин („Солнечная радиация в тропосфере и стратосфере"), В. Г. Фесенков („Фотометрия сумерек, как метод исследования стратосферы"), М. А. Бонч-Бруевич („Изучение атмосферы методом радиоволн и современное состояние этого вопроса в СССР"), Л. В. Мысовский („Исторический обзор развития учения о космических лучах в связи

с исследованием на больших высотах"), Д. В. Скобельцын („Физические свойства космических лучей"), В. А. Амбарцумиан („Теория атмосферы с точки зрения астрофизики"), С. Г. Натансон („Метеоры и стратосфера"), В. В. Шаронов („Лунные затмения и стратосфера), акад. Г. А. Надсон („Микробиология и стратосфера"), Б. Л. Исаченко („Об изучении микрофлоры стратосферы"), Н. К. Кольцов („Влияние космических лучей на жизненные процессы"), Г. М. Франк („О биологическом значении ультрафиолетовой радиации"), Л. А. Орбели („План научно-исследовательских работ по изучению влияния стратосферных условий на человека"), Г. Мёллер, Н. А. Рынин („Обзор методов освоения стратосферы"), Г. Н. Мусинянц („Современное состояние и перспективы работ"), В. А. Чижевский („Технические требования к проектированию стратоплана, его конструкция и детали"), Г. А. Прокофьев, В. А. Семенов, К. Д. Годунов, В. А. Чижевский и Е. Д. Кузина („Современные достижения и перспективы исследования стратосферы с помощью стратостата"), Е. Е. Чертовской („Стратостат „Осоавиахим" в обзоре существующих систем") и др. исследователи этой новой науки.

ANNOUNCEMENT

THE ALL-UNION CONFERENCE FOR THE STUDY OF THE STRATOSPHERE

The Organizational Committee of the Conference has organized the following special sections: 1) aerology and ballistics (president — Prof. P. Molčanov), 2) sound-waves (president — Prof. N. Andrejev), 3) atmospheric electricity, polar lights, geomagnetism, radio (president — Prof. P. Tverskoi), 4) cosmic rays (president — A. Ioffe, Member of the Academy), 5) atmospheric optics (president — Prof. N. Kalitin), 6) biology (president — G. Nadson, Member of the Academy), 7) technique (president — P. Dubenskij, 8) Astronomy (president — Prof. S. Natanson).

At the sittings of the sections over 100 reports have been delivered.

The festival opening of the Conference is to take place on March 31, 1934, at 7 p. m. in the Grand Conference — Hall of the USSR Academy of Sciences.

70 reports will be delivered at the Conference, viz.: G. Prokofjev, Commander of the stratostat USSR, — „On the Flight of the Stratostat Osoaviakhim"; S. Wawilow, Member of the Academy, — „Scientific Problems of the Study of the Stratosphere and the Aims of the Conference; P. Dubenskij, — „The Methods and Tasks of Conquering the Stratosphere"; P. Molčanov, — general report and „Survey of Hypotheses Explaining the Superdistant Propagation of Sound and their Critical Estimate"; D. Eropkin, — „Problems of the Atmospheric Ozone"; N. Kalitin, — „Solar Radiation in the Troposphere and Stratosphere"; V. Fesenkov, — „The Photometry of Twilight as a Method of investigating the Stratosphere"; M. Bonč-Brujevič, — „The Study of the Atmosphere by the Method of Radio-Waves and the Present-Day State of this Problem in the USSR"; L. Mysovskij, — A Historical Survey of the Development of the Cosmic Rays Theory in Connexion with Investigations at Great Altitudes"; D. Skobelcyn, — „The Physical Properties of Cosmic Rays"; V. Ambarcumian, — „The Theory of the Atmosphere from the Standpoint of Astrophysics"; S. Natanson, — „Meteors and the Stratosphere"; V. Šaronov, — „Lunar Eclipses and the Stratosphere"; G. Nadson, Member of the Academy, — „Microbiology and the Stratosphere"; B. Isačenko, — „On the Study of the Micro-Flora of the Stratosphere"; N. Kolcov, — „The Influence of Cosmic Rays on Vital Processes"; G. Frank, — „On the Biological Importance of the Ultra-Violet Radiation"; L. Orbeli, — „The Plan of Scientific Research Work on the Influence of the Stratospheric Conditions on Man"; H. J. Muller; N. Rynin, — „A Survey of Methods of Conquring the Stratosphere"; G. Musinianc, — „The Present State and the Prospects of Work" (introductory report); V. Čiževskij, — „Technical Requirements to be Observed in Projecting a Stratoplane, its Design, and Details"; G. Prokofjev, V. Semenov, K. Godunov, V. Čiževskij, and E. Kuzina, — „Present-Day Achievements and Prospects of Investigating the Stratosphere by Means of a Stratostat"; E. Čertovskoj, — „The Stratostat Osoaviakhim and the Existing Systems"; and other research workers of this new branch of knowledge.

Поправки. В № 7 ДАН в сообщении М. М. Кацнельсона и М. И. Кабачника на стр. 406, 409, 411 дата получения и представления сообщения в ДАН должна была быть напечатана: 16 I 1934 (вместо 16 II 1934); на стр. 407, 408 и 410 температура плавления амино-анабазина должна быть 109° (вместо напечатанного: 105—106°) и температура плавления хлор-платината амино-анабазина (на стр. 408) должна быть: выше 255 (вместо напечатанного: выше 225).

В № 8 ДАН на стр. 490 и 492 в сообщении А. И. Бродского и Ф. И. Трахтенберга следует читать: представлено академиком Л. В. Писаржевским. (L. Pisarzevskij).

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах“ помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных работников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются для напечатания в „Докладах“ или непосредственно в редакцию, или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются для напечатания по отзыву членов Редакционной коллегии или действительных членов Академии Наук по специальности.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 8 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должно быть обозначено на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах“ помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два переката).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады“ для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

21 марта 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Технический редактор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 18 марта 1934 г. — Подписано к печати 20 марта 1934 г.

72 стр. (529—600)

Формат бум. 72 × 110 см. — $4^1/_2$ печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. Тираж 8000 + 175

Ленгорлит № 8068. — АНИ № 191. — Заказ № 2723

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Цена 2 руб. 25 коп.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР"

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 января 1934 г. по 1 января 1935 г.

на год (36 выпусков) цена ..... **54 руб.**

на полгода (18 выпусков) цена .. **27 руб.**

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 58, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР"

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.